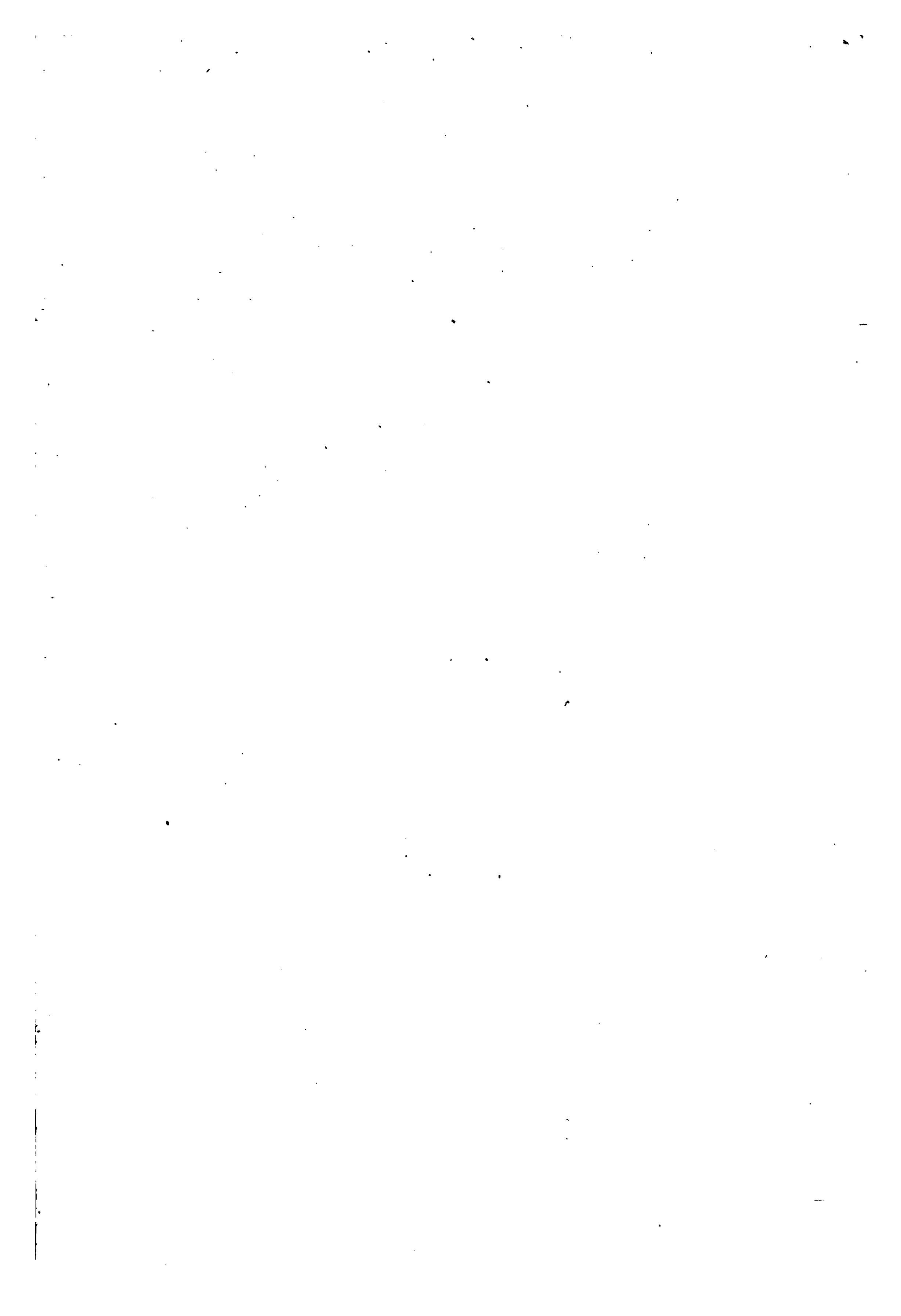




Handbücher der keramischen Industrie

für

Studierende und Praktiker

von

Carl Loeser
Civilingenieur in Halle a. S.

I. Teil:

Die Rohmaterialien der keramischen Industrie.



Halle a. S. 1901.
Ludw. Hofstetter, Verlag.

Vorwort.

Im Jahre 1898 begann ich meine Lehrthätigkeit für Keramik und verwandte Fächer am Höheren technischen Institut Coethen, an dem ich nahezu zwei Jahre wirkte, mit der Aufgabe, einen Cyclus von Fachvorträgen und Uebungen zu halten, die das gesammte Gebiet der Ziegeleitechnik und Thonwarenindustrie umfassen sollten. Es sollte durch dieselben im Anschluss an ein bereits absolviertes mehrsemestriges theoretisches Studium meinen Hörern Gelegenheit gegeben werden, sich die nötige Grundlage zu verschaffen, welche beim Uebergang in die Praxis nach Abschluss eines sechssemestrigen Studiums der heutige Stand der Keramik erfordern kann und muss, wenn man Anwartschaft auf spätere leitende Stellungen haben will oder die verantwortliche Leitung eines eigenen Betriebes zu übernehmen gedenkt.

Es lag natürlich im Interesse meiner Hörer, dass ich mich bei diesen Vorträgen so weit als möglich an bekannte und bewährte Fachwerke anlehnte, um so leichter Gelegenheit zum späteren häuslichen Nacharbeiten des von mir gebotenen Stoffes zu geben, da nichts mehr den Wert eines Vortrages herunterdrückt, als ein peinliches Nachschreiben Wort für Wort.

Die grösste Schwierigkeit in der Durchführung dieser Absicht bot sich bei dem mir besonders wichtig erscheinenden Thema über: „Die Rohmaterialien der keramischen Industrie“, denn obgleich mir hierzu vor allem in den vorzüglichen und umfangreichen Arbeiten von Seger, dann in dem fleissigen und ausführlichen Werk von Bischof über: „Die feuerfesten Thone“ eine Fülle von Material geboten war, so hielt ich beide Werke doch nicht für geeignet, um dieselben Anfängern für die ersten Studien zu empfehlen. Da andererseits die von Dr. Hecht in der „Chemischen Technologie von Dammer“ auf ca. 10 Druckseiten gegebene Abhandlung über die Entstehung, Prüfung und das Wesen der Thone in klarer aber leider zu knapper Form die wichtigsten Gesichtspunkte zusammenfasst, konnte mir dieselbe nicht erschöpfend ge-

nug erscheinen, um das Specialstudium der Ziegeleitechnik und Keramik in genügender Weise vorzubereiten.

Es blieb mir so keine Wahl, als das Beste aus diesen Quellen zu entnehmen und unter Ergänzung durch eigenes Material zu einem einheitlichen Ganzen im Umfange eines einsemestrigen und einstündigen Vortrages zu vereinigen.

Dem Wunsche meiner früheren Schüler, die schon zum grossen Teil in der Praxis sind, folge ich speciell, wenn ich diesen Vortrag in Form des vorliegenden kleinen Werkchens jetzt veröffentliche, wobei mich besonders das Chemische Laboratorium für Thonindustrie Prof. Dr. H. Seger und E. Cramer, Berlin NW. 5 durch die liebenswürdige Erlaubnis unterstützt, bestimmte Teile aus „Segers gesammelte Schriften“, unverändert aufzunehmen, ferner danke ich Herrn Dr. M. Stoermer, Berlin SW. 68, der in freundlicher Weise den rein chemischen Teil des Buches einer Durchsicht und Erweiterung auf Grund langer Praxis unterzog.

Wenn ich zum Schluss noch einmal kurz hervorhebe, dass der Zweck dieses Werkchens nicht nur der sein soll, den Studierenden in das Gebiet der Keramik einzuführen, sondern vor allem auch dem Praktiker, dem vielleicht keine Gelegenheit zu theoretischen Studien geboten war, ein brauchbares Handbuch zu werden, so erfüllt das Buch da seinen Zweck, wo es zu der Erkenntnis beiträgt, dass weder ein schematisches Arbeiten, noch ein empyrisches Tasten bei dem heutigen Stande der Industrie mehr denkbar ist, und dass ein Erkennen der praktischen Bedürfnisse durch die Wissenschaft erleichtert wird, als welche wir heute die Ziegeleitechnik und Thonwarenindustrie wohl bezeichnen können.

Halle a. S.,
Anfang Juli 1901.

Carl Loeser.

Inhaltsübersicht.

Zur Geschichte der Thonindustrie.

Die Herstellung von Thonwaren ist eine der ersten Gewerbsthätigkeiten des Menschen gewesen. Schon in den ersten Anfängen des Kulturlebens hatte man die Fähigkeit der Erde und eines von den Gewässern abgesonderten feinen Schlammes erkannt, in feuchtem Zustande Abdrücke wiederzugeben und dieselben festzuhalten. Durch diese Erkenntniss einerseits und durch das Bedürfnis, Gerätschaften zu besitzen, andererseits, hat sich naturgemäss die Gefässbildnerei frühzeitig entwickelt, und wenn man sich anfangs auch damit begnügt haben mag, die hergestellten Gefässe nur zu trocknen, so lernte man es gewiss bald, dieselben auch zu brennen, und die beim Brennen durch den Einfluss der Holzasche entstandene Verglasung der Oberfläche mag ein weiterer Fingerzeig zur Ausbildung dieser Thätigkeit und zur Herstellung der Glasuren gewesen sein.

Auch heute können wir diese Annahme noch bestätigt finden, denn selbst bei Volksstämmen, welche auf der niedrigsten Entwicklungsstufe der Kultur stehen, finden wir Thongefässe, welche trotz der bescheidensten Hilfsmittel nicht ohne grosse Geschicklichkeit gearbeitet sind.

Schon von den Aegyptern wissen wir, dass sie kunstvoll glasierte Steine und Gefässe mit farbigen Dekorationen hergestellt haben, und auch von den Assyrern ist bekannt, dass sie mit verschiedenen Farben ausgelegte Mosaikziegel anfertigten. Die Israeliten wussten mit der Töpferscheibe wohl umzugehen und verstanden das Glasieren der Thonwaren, und sehr anschaulich schildert uns Homer in seiner Ilias die Thätigkeit eines Töpfers. Trotz der hohen Vollendung zu welcher es die Griechen in der Herstellung von Zier-Gegenständen gebracht hatten und trotzdem gerade die etrurischen Vasen sich zur Zeit des Augustus in Rom

eines hohen Ansehens erfreuten, wurden doch die Thongebilde infolge des eingetretenen ungeheueren Luxus durch Gefässe aus kostbaren Stoffen wie Alabaster, Krystall, Marmor und edlen Metallen verdrängt, sodass Jahrhunderte lang, mit verursacht durch die Stürme der Völkerwanderung, ein Stillstand in der Entwicklung der keramischen Industrie in Europa eintrat. Erst im 8. Jahrhundert nahmen sich die Mauren in Spanien der keramischen Kunst wieder an, von wo aus sie sich weiter nach Italien verpflanzte. Die farbenprächtigen Bauziegel, wie wir sie in den maurischen Moscheen, vor allem der Alhambra, bewundern, und jene herrlichen Erzeugnisse der Insel Majorka, nach ihr Majolika benannt, geben Zeugnis von einer verbesserten Technik und kunstvollen Behandlung.

Auch Frankreich, Deutschland und Holland blieben nicht zurück. So finden wir im 16. Jahrhundert die Herstellung der Majolika in Deutschland, die Entwicklung der Krug- und Ofenindustrie in Nürnberg. Auch am Oberrhein und Main hebt sich die Industrie und das Westerwälder Steinzeug, welches noch heute in gutem Rufe steht, bildete schon damals einen Exportartikel besonders nach England, wo noch zur Zeit der Königin Elisabeth die Kavaliere aus ledernen Bechern tranken, oder aus ihren Stiefeln, wie die Franzosen in jener Zeit scherzhaft behaupteten.

In England tritt ein eigentlicher Aufschwung der Töpferei erst im 18. Jahrhundert ein, als vor allem Wedgewood die Steinzeugfabrikation zu hoher Vollendung bringt.

Geschädigt wurde die Majolikafabrikation und Kunsttöpferei durch die Einführung des chinesischen Porzellans, dass sich zunächst einer grossen Beliebtheit erfreute, bis man in Deutschland durch die Erfindung des Porzellans durch Böttcher 1704, welcher 1709 auch schon weisses Porzellan herstellte, die chinesische Konkurrenz allmählich aus dem Felde schlug. Die Gründung der Porzellanfabrik in Meissen unter Böttcher 1710, sodann die der Fabriken in Sèvres, in Wien, in Höchst, Fürstenberg in Braunschweig, in Nymphenburg bei München und der Manufaktur in Berlin bedeuten einen gewaltigen Fortschritt.

Hervorzuheben ist noch in neuester Zeit die Erfindung des Seger-Porzellans, einer Anlehnung an das japanische Porzellan durch Professor Dr. Hermann Seger, unseres leider im Jahre 1893 zu früh verstorbenen Keramiker.

Gerade ihm verdanken wir interessante Gesichtspunkte über das chinesische und japanische Porzellan, von dem man annimmt, dass es schon in China ungefähr 600 Jahre nach Christus fabriziert wurde, und zuerst durch den Venetianer Marco Polo 1298 nach Europa kam.

Die Entstehung und Bildungsweise der Thone.

Alle Schichten der Erdrinde, welche wir als plastische Thone, Schieferthone, Kaoline, Töpferthone, Lehme, Mergel u. s. w. bezeichnen, sind durch Verwitterung thonerdehaltiger Felsmassen entstanden. Diese Verwitterung wird teils durch chemische, teils durch mechanische Kräfte bewirkt. Zu den ersteren sind die Oxydation durch den Sauerstoff der Luft, die Einwirkung der Kohlensäure zu zählen und zu den letzteren die lösende Kraft des Wassers, der Wechsel der Temperatur, Frost und Hitze, Regen und Sonnenschein und die dadurch bedingten Zustände der Athmosphäre.

Die an der Sonne ausgetrockneten Gesteine saugen die Feuchtigkeit und den Regen ein und werden durch die Ausdehnung des Wassers beim Gefrieren zersprengt. Die gelockerten Felstrümmer stürzen ab, schleifen und zerreiben sich in den sie thalwärts führenden Gebirgsbächen und nun beginnen in einem gewissen Stadium der Lockerung unter dem Einfluss der im Wasser gelösten Kohlensäure die in den Gesteinen vorkommenden sonst unlöslichen Karbonate und Phosphate sich zu lösen, das Wasser bildet kristallisierte Salze, Hydrate und Hydrosilikate, welche einmal durch die chemische Bindung von Wasser ein grösseres Volumen annehmen, dann aber durch die Kristallisationskraft eine weitere Sprengung der Massen bewirken.

Diese sogenannte Kristallisationskraft ist eine analoge Erscheinung, wie wir sie beim Gefrieren des Wassers beobachten. Es ist bekannt, dass das Wasser beim Uebergang aus dem flüssigen in dem festen Zustand, also beim Gefrieren, sein Volumen um ca. $^1/_{10}$ vergrössert, und bei dieser Vergrösserung eine ungeheure Kraft entwickelt, die jeden Widerstand überwindet und mit Leichtigkeit die stärksten eisernen Gefässe sprengt. Wenn wir nun annehmen, dass die Poren eines Gesteines durch eine ge-

sättigte Salzlösung angefüllt sind, und dass sich aus dieser Lösung meinetwegen durch Temperaturerniedrigung Kristalle ausscheiden, so werden die Kristalle in ihrem Betreben sich zu bilden und zu wachsen, jedem Widerstand, der diesem Wachstum hinderlich ist, mit grosser Kraft entgegentreten und dadurch eine Lockerung und Sprengung des Steines hervorrufen.

Auf dieser einfachen Thatsache beruht auch das Auswintern des Thones. Die im Freien zu dünnen Haufen aufgestapelten Thonmaterialien werden von der Feuchtigkeit der Atmosphäre durchdrungen, es bilden sich Salzlösungen und bei eintretender Kälte findet Kristallbildung einerseits, ein Gefrieren des Wassers andererseits statt und eine weitere Lockerung, Zersetzung bezl. Aufschliessung der Thonmassen und Bildung von Thonsubstanz ist die Ursache.

Die chemischen Einflüsse beim natürlichen Verwitterungsprozess in der Natur wirken nun folgendermassen:

Der Sauerstoff verwandelt Sulfide in Sulfate und Alkalien, Kalk, Magnesia, Eisenoxyde und Maganoxydul werden als lösliche, Verbindungen ausgewaschen und mit fortgeführt. Je nach der Art des Ursprungsgesteines und dem mehr oder weniger vollständigen Auswaschen werden die Eigenschaften des Endproduktes verschieden sein. Ist der Prozess ein vorwiegens mechanischer, so endigt er besonders bei schwer aufschliessbaren Gesteinen mit der Bildung von Mineralstaub, Schluff genannt, und Sand bis zur grösstmöglichen Feinkörnigkeit, während ein anderes Mal unter dem überwiegenden Einfluss chemischer Prozesse jenes wasserhaltige, in seiner reinsten Form „Thonsubstanz“ genannte Thonerdesilikat entsteht. Da der chemische und der mechanische Prozess stets neben einander herlaufen, so werden die durch Zerreibung entstandenen, durch Wasser fortgeführten und an ruhigeren Orten wieder abgelagerten Zersetzungsprodukte alle Stadien der chemischen Einwirkung ohne schroffe Übergänge und alle Grade der Feinheit des Korns bis zum unendlich kleinen, feinzerstäubten und durch die Verwitterung in Atome aufgelösten Partikelchen aufzuweisen haben.

Für die Bildung der Thone treten die granitischen Gesteine, welche als die Hauptmasse der Gebirge vorherrschend sind, daneben Gneis und Porphyr in den Vordergrund. Diese Gesteine sind Gemenge aus verschiedenen Mineralien, von denen in erster Linie der Feldspath, sodann Quarz, Glimmer, Hornblende und

Augit zu nennen sind. Mit Ausnahme des Quarzes, welcher fast nur aus reiner Kieselsäure, $Si O_2$, besteht, stellen alle diese Gemengteile Silikate dar, d. h. Verbindungen von Kieselsäure mit den Oxyden der Leicht- und Schwermetalle. Hiervon sind vor allen anderen die alkali-thonerdehaltigen Gemengteile, die unter dem Namen Feldspath bekannt und von Fr. Knapp als die Mutter der Thone bezeichnet worden sind, für die Thonwaarenindustrie von Wichtigkeit.

Der Feldspath als Orthoklas in seiner reinsten Gestalt ist ein Doppelsilikat von der Formel:

$$Al_2 O_3 . 3 Si O_2 + K_2 O . 3 Si O_2 \text{ oder } Al_2 O_3 K_2 O . 6 Si O_2.$$

Häufiger ist ein geringer Teil der Thonerde durch Eisen- — seltener durch Manganverbindungen — in äquivalenten Mengen vertreten und das Kali teilweise oder ganz durch Natron (in dem Albit) oder durch Kalk (in dem Anorthit) ersetzt:

$$\begin{array}{ll} Al_2 O_3 . 3 Si O_2 + & K_2 O . 3 Si O_2. \\ (Fe_2 O_3) & (Na_2 O) \\ (Mn_2 O_3) & (Ca O) \end{array}$$

Bei dem Verwitterungsprozess wird als der leichtlöslichste Bestandteil das kieselsaure Alkali vom Wasser aufgenommen, wobei es unter teilweiser Abscheidung von Kieselsäure als Wasserglas gelöst und mit der Kieselsäure ausgewaschen wird. Zuweilen schlägt sich letztere auch kristallinisch oder amorph nieder, worauf das nesterartige sporadische Vorkommen von Chalcedon u. s. w. in manchen Kaolinen zurückzuführen ist.

Die kieselsaure Thonrede bleibt als basisches Hydrat ungelöst zurück.

Schematisch kann man sich die Zersetzung des Feldspathes etwa folgendermassen denken:

Aus dem Feldspath $K_2 O Al_2 O_3 . 6 Si O_2$ wird zuerst saures kieselsaures Kali $K_2 O . 4 Si O_2$ ausgelaugt, das bei weiterer Einwirkung der im Wasser gelösten Kohlensäure unter teilweiser Abscheidung der Kieselsäure in Karbonat umgesetzt und als solches mehr oder weniger vollständig mit der Kieselsäure ausgewaschen wird. Als unlöslicher Rückstand bleibt unter Eintritt von $2 H_2 O$ das kieselsaure Thonerdehydrat $Al_2 O_3 . 2 Si O_2 . 2 H_2 O$, jener schätzbarste Bestandteil der Thone übrig. —

Befindet sich dieses nicht weiter verwitterbare, kieselsaure Thonerdehydrat, welches man mit dem Namen „Thonsubstanz“

bezeichnet, noch auf der ursprünglichen Bildungsstätte im Urgebirge, so hat man es mit einer primären Ablagerung zu thun. Je nachdem der Verwitterungsprozess des Feldspaths mehr oder weniger vollendet ist, ist der resultierende Thon mehr oder minder reine Thonsubstanz. Auf primärer Lagerstätte nennt man dieselbe Kaolin oder Porzellanerde. Oft enthalten die Kaoline noch bedeutende Mengen an unverwittertem Feldspath, an Quarz, Glimmer und ähnlichen Mineralresten, je nach dem Gestein aus dem sie hervorgegangen sind und dessen Parallelstruktur sie auch behalten haben. —

Diese Parallelstruktur ist aber eine physikalische Eigenschaft, welche allen Zersetzungsprodukten der thonbildenden kristallinischen Massengesteine mehr oder minder gemeinsam ist. Sie wird bedingt durch eine ungleiche Cohäsion in den Kristallen dieser Massengesteine und durch eine dadurch ausgeprägte Spaltbarkeit nach einer bestimmten Richtung.

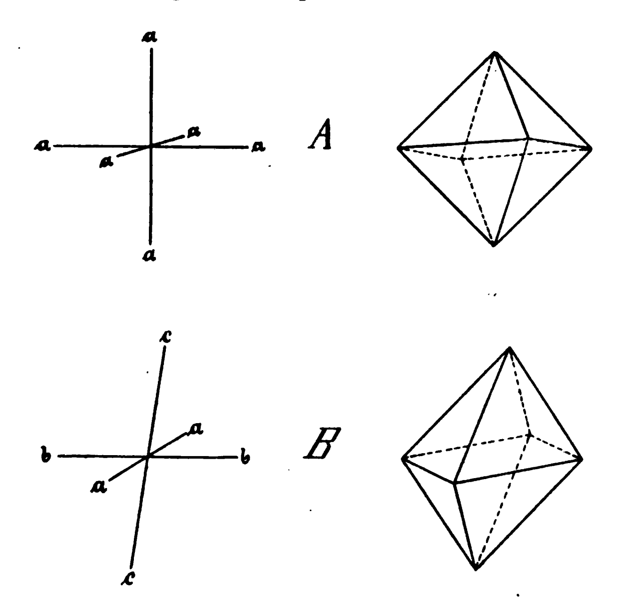
Um dies anschaulich zu machen, müssen wir etwas in das Gebiet der Kristallographie hinübergreifen:

Sind die kleinsten Teile eines homogenen Körpers, die Moleküle, in unregelmässiger Weise an einander gelagert, so dass irgend welche Regelmässigkeit in der Anordnung dieser Teile nicht zu erkennen ist, so nennt man diesen Körper amorph. Sind indessen die Moleküle regelmässig gruppiert, so dass sie nur in bestimmten Richtungen Verschiedenheiten in der Lagerung aufweisen, so nennt man diesen Zustand kristallinisch.

Durch diese regelmässige Lagerung entsteht bei ungestörter Ausbildung ein durch Flächen, Kanten und Ecken begrenzter Körper, die sogenannte Kristallform.

Stellen wir uns zwei solche Kristallformen vor, welche beide durch 8 gleiche Flächen begrenzt werden und denken wir uns durch den Mittelpunkt dieser Körper Linien gezogen, zu denen die Begrenzungsflächen symetrisch liegen, so finden wir bei dem Körper „A“, dass drei solcher Linien, die wir Achsen nennen, von jeder der 8 Flächen in genau derselben Entfernung „a“ vom Mittelpunkt geschnitten werden. Es ist also dieser Körper, nach diesen drei Richtungen vollständig gleichartig ausgebildet und wird infolgedessen auch nach diesen drei Richtungen eine gleiche Cohäsion der einzelnen Teile, oder was gleichbedeutend, eine gleichmässige Spaltbarkeit, d. h. eine gleichmässige Widerstandsfähigkeit gegen äussere Angriffe aufweisen.

Anders ist es bei dem Körper „B". Wir finden zwar drei Linien, welche von allen Flächen in gleichem Verhältnis zum Mittelpunkt geschnitten werden, aber die Entfernungen, in denen die einzelne Fläche diese Linien schneidet, sind nicht mehr gleich, sondern verschieden, sagen wir a, b, c. Der Körper ist also nach drei Richtungen verschieden ausgebildet, wird nach diesen Richtungen auch eine ungleiche Cohäsion der einzelnen Teile d. h. eine ungleiche Spaltbarkeit aufweisen, und nach einer dieser Richtungen die geringste Widerstandsfähigkeit gegen zerstörende Einflüsse zeigen. Die gleiche Spaltbarkeit oder Verwitterbarkeit



treffen wir bei allen Kristallen nach Art des Körpers „A", welche zu dem sogenannten regulären Kristallsystem gehören und bei allen amorphen Körpern; die ungleiche Spaltbarkeit aber bei allen anderen Kristallsystemen, welche ungleiche Achsen aufweisen. Gerade bei den feldspathigen Gesteinen ist diese ungleiche Spaltbarkeit nach einer Richtung am auffallendsten, nur sie bewirkt, dass sich auch die chemischen Angriffe und Einwirkungen bei der Verwitterung des Gesteins nach dieser Richtung geltend machen und eine Auflösung der Kristalle in feine Plättchen hervorrufen.

Nimmt man an, diesen Plättchen sei die Möglichkeit gegeben sich frei zu bewegen, so werden dieselben natürlich, wenn sie sich ablagern, danach streben, dies parallel der Sedimentfläche

zu thun. Hat dabei ein gleichzeitiges Absetzen anderer Substanzen, welche durch ihre formlose Masse diese parallele Ablagerung beeinträchtigen würden, nicht stattgefunden, so wird die gesamte abgelagerte Masse, geschichteten, geschieferten oder blättrigen Charakter annehmen.

Bei den Produkten primärer Lagerstätte, also vor allen bei den Kaolinen, sind die Einflüsse der durch den Verwitterungsprozess gebildeten Plättchen auf die Strukturverhältnisse der gebildeten Thonmasse nicht so auffallend, und sie vermögen nicht, den entstehenden Thonmassen geschichteten oder geschieferten Charakter zu geben, wenn nicht schon vorher parallel geschichtete Lagerung der Kristallindividuen der Fall war. Es hat eben in diesen Fällen eine Dislocierung, d. h. freie Beweglichkeit der entstandenen Plättchen nicht stattgefunden, dieselben sind auf ihrer ursprünglichen Lagerstätte, wo sie entstanden sind, verblieben, so dass der ganze Prozess der Thonbildung mehr in einem Auslaugen und Dislocieren der nicht Thon bildenden löslichen Teile bestand.

Wird der Thon aber von seiner ursprünglichen Bildungsstätte fortgeschwemmt, und an anderen Orten wieder abgelagert, so bezeichnet man ihn als sekundären oder sedimentären Thon. Dabei macht er, wenn er noch unverwittertes Gestein enthält, meist einen ihn reinigenden Schlämmprozess durch, da sich die unverwitterten Bestandteile, das Gerölle aus unzersetztem Sand und Feldspath, schneller absetzen als die schwebenden Thonteilchen. Man findet diese sogenannten feuerfesten plastischen Thone in ungemein mächtigen Ablagerungen von ganz verschiedenem Alter zwischen Steinkohlen- und Braunkohlenflötzen, von den Beimengungen derselben aufs feinste und innigste durchdrungen und unter dem Druck der überlagernden Erdschichten meist stark verdichtet. Die Thone, welche wir als Schieferthone und Thonschiefer kennen, spaltbar, blättrig, von feinem Korn, oft hart und fest und wenig plastisch, finden sich in sedimentärer und sehr verschieden mächtiger Lagerung geschichtet oder massig, als Folge lange Zeit andauernder ununterbrochener Absätze. Gerade bei ihnen finden wir naturgemäss die Parallelstruktur, d. h. die Lagerung der bei der Zersetzung gebildeten Plättchen parallel der Sedimentfläche, am schärfsten ausgeprägt, sofern sie nicht durch gleichzeitiges Absetzen abgerundeter und mechanischer Gesteinstrümmer und formloser Thonmasse beeinträchtigt wird.

Ist nun die Ablagerung der sedimentären oder sekundären Thone weniger rein und sind besonders bei den jüngeren Ablagerungen die auf die Schwerschmelzbarkeit der Thonsubstanz einflussreichen Einmischungen an Sand, Calciumcarbonat, Magnesiumcarbonat, Eisenoxyd, Alkalien, die sogenannten Flussmittel, in bedeutender Menge vorhanden, so werden die Thone je nach dem Gehalt an den sie verunreinigenden Accessorien mehr oder weniger leichtflüssig. Man nennt sie deshalb schmelzbare Thone. Hierher gehören die sogenannten Töpferthone, welche indessen noch die Flussmittel in ziemlich geringer Menge enthalten, und die Flussmittel reicheren gemeinen Ziegelthone, Mergel und Lehme. Während ein reiner Kaolin meist weiss aussieht, und den Braunkohlen- bezw. Steinkohlenthonen durch die ihnen beigemengte organische Substanz eine braune, graue bis schwarze Farbe in ungebranntem Zustande eigen ist, gehen die Färbungen der rohen Töpferthone, der Mergel und Lehme infolge eines meist beträchtlichen Gehaltes an Eisenverbindungen vom Gelbgrün bis zum Rotbraun über, Farben, die oft noch durch organische Substanzen ins Bläuliche variiren.

Welche Bestandteile kommen für den Charakter der Rohthone in Betracht und welchen Einfluss haben die einzelnen Bestandteile auf diesen Charakter?

Wir haben uns jetzt in kurzen Zügen vergegenwärtigt, in welcher Weise wir uns die Entstehung der Thone denken können und haben gesehen, wie das ursprüngliche feste Gestein durch chemische und mechanische Einflüsse eine allmähliche Zersetzung und Zertrümmerung erfährt. Eine Auflösung in kleinste Teilchen sowohl in chemischer als auch physikalischer Hinsicht findet statt; ein Teil dieser kleinsten Partikelchen wird als wasserlöslicher Bestandteil hinweggeführt, ein anderer Teil, der im Wasser nicht löslich ist, wird durch die mechanische Kraft desselben hinweggetragen oder hinweggeschwemmt und an anderen Orten wieder abgesetzt. Dabei kann, je nach den verschiedenen spezifischen Gewichten der einzelnen Bestandteile eine Trennung derselben

eintreten, aber auch eine Vereinigung mit Substanzen, welche das Wasser von anderen Orten herbeigeführt und welche ihren Ursprung nicht jenen thonbildenden Gesteinen verdanken. Diese Substanzen werden indessen durch Vermischung mit den Zersetzungsprodukten der thonbildenden Gesteine den Charakter des entstehenden Endproduktes, das wir mit dem Namen „Thon" bezeichnen, unter Umständen in hervorragender Weise beeinflussen und verändern, wie wir bei meinen späteren Ausführungen sehen werden.

Wir erinnern uns, dass es besonders drei Bestandteile waren, die bei der Zersetzung der thonbildenden Felsmassen hervortraten und in der Hauptsache das Gemenge bilden, das wir in der Technik „Thon" nennen. Aus dem Feldspath, welcher neben Glimmer und Quarz in der Hauptsache die Bestandteile von Granit, Gneis und Porphyr, der Muttergesteine des Thons, ausmacht, aus diesem Feldspath entstand durch Ausscheidung der Alkalien und eines Teiles der Kieselsäure jenes im Wasser unlösliche kieselsaure Thonerdehydrat, welches die eigentliche „Thonsubstanz" bildet, und ohne die ein Thon überhaupt nicht denkbar ist.

Wenn dies letztere nun der Fall ist, dann muss wohl die Annahme berechtigt sein, dass diese Thonsubstanz Eigenschaften in sich birgt, ohne welche ein Thon demnach auch nicht denkbar ist. Die hervorragendste dieser Eigenschaften ist die Bildsamkeit oder Plastizität, d. h. das Vermögen der Thonsubstanz, im feuchten, wasserhaltigen Zustande äusseren, mechanischen Eindrücken nachzugeben und diese empfangenen Eindrücke sowohl im wasserhaltigen, feuchten Zustande festzuhalten, als auch nach Verlust eines Teiles Wasser im sogenannten lufttrockenen Zustande zu bewahren.

Eine scheinbare Ausnahme in diesem Verhalten zeigen die Schieferthone bezl. Thonschiefer, welche anscheinend von steinigem Charakter keine Plastizität aufweisen, dieselbe aber im fein zerkleinerten Zustande mit Wasser angerührt oft im hohen Grade entwickeln. Ich komme auf diese Erscheinung bei Besprechung dieser besonders für die Fabrikation feuerfester Produkte so wichtigen Thone wieder zurück, auch bei Besprechung derselben für die Herstellung von gewöhnlichen Ziegelsteinen.

Das kieselsaure Thonerdehydrat, welches auf 100 Teile

39,7%	Thonerde	Al_2O_3
46,4%	Kieselsäure	SiO_2
13,9%	Wasser	H_2O

enthält, hat nun die Fähigkeit, ausser diesen 13,9% chemisch gebundenem Wasser, dem sogenannten Konstitutionswasser, noch eine gewisse Menge Wasser mechanisch aufzunehmen und auch festzuhalten. Durch dieses mechanisch beigemengte Wasser wird aber die eben genannte Eigenschaft, die Plastizität oder Bildsamkeit, erst zur Geltung gebracht und wenn man dabei einen teigigen Zustand der aufgeweichten Thonsubstanz herbeiführen will, in welchem dieselbe eine genügende Steifigkeit neben der Bildsamkeit besitzt, um die empfangenen Formen und Eindrücke festzuhalten, so darf man mit der Wasserzugabe gewisse Grenzen nicht unter- und überschreiten. Setzt man nun diese geformte teigige Masse einer gelinden Wärme aus, so wird das mechanisch beigemengte Wasser zum grössten Teil oder ganz verdunsten, die Masse wird fest und trocken und vermag äusseren Eindrücken nicht mehr zu folgen. Es ist dies der Zustand der Lufttrockenheit, welcher eingetreten ist, und wenn wir den geformten Körper, der auch den kleinsten Eindruck bewahrt hat, nachmessen, so finden wir, dass das Volumen desselben geringer geworden ist, er ist, wie man es technisch bezeichnet, geschwunden. Es liegt nun der Gedanke nahe, dass der Volumenverlust des getrockneten Gegenstandes genau so gross sei, wie das Volumen des verdunsteten Wassers. Dies ist aber nicht der Fall, er ist kleiner und die Folge ist, dass an Stelle des ausgetretenen Wassers zum Teil feine Poren übrig geblieben sind, welche sich mit Luft gefüllt haben, und wir lernen so eine neue Eigenschaft der Substanz kennen, die Porosität.

Wir wiederholen den Versuch mit der gleichen Menge Substanz und Wasser und finden nach dem Trocknen bei derselben Temperatur die Thatsache bestätigt, dass die Schwindung oder die Volumenabnahme des Körpers genau dieselbe ist. Dieser Umstand ist für die Technik von hervorragender Wichtigkeit.

Die Wasseraufnahmefähigkeit, die Bildsamkeit oder Plastizität und die Schwindung sind von einander abhängige Eigenschaften, so dass die eine mit der anderen geringer oder grösser wird. Würde man nun in der Natur ein Produkt finden, welches aus reiner Thonsubstanz, d. h. dem kieselsauren Thonerdehydrat bestände, so können diese Eigenschaften so gross sein, dass ein

daraus geformter Gegenstand beim Trocknen und Brennen sein Volumen derart verringert, dass er die ihm gegebene Form nicht zu bewahren vermag.

Dass dies nicht, oder nur in geringem Masse eintreten kann, dafür hat die Natur meist schon allein gesorgt, denn die Thone, welche wir finden, bestehen fast niemals aus reiner Thonsubstanz. Die Zersetzung des Feldspathes, aus welchem sie entstanden sind, ist niemals eine so vollkommene, dass nicht Reste des unzersetzten Materials übrig geblieben wären, und nehmen wir den Fall an, dass die Thonsubstanz auf der ursprünglichen primären Bildungsstätte verblieben sei, so werden neben den unzersetzten Feldspathresten auch noch von den gleichzeitig gebildeten Alkalisalzen und der ausgeschiedenen Kieselsäure noch Reste vorhanden sein, zu welchen noch andere Bestandteile des Urgesteines und zwar hauptsächlich Quarz und Glimmer in geringen oder grösseren Mengen hinzutreten.

Hierzu kommen noch besonders bei den Thonen sekundärer Lagerstätte eine ganze Anzahl anderer Körper, welche ihren Ursprung den thonbildenden Gesteinen oft gar nicht verdanken, wie z. B. der kohlensaure Kalk, kohlensaure Magnesia, Eisen- und andere Metallverbindungen.

Die Thonsubstanz in ihrer reinsten Form, das kieselsaure Thonerdehydrat, besteht aus zwei Körpern, der Thonerde, Al_2O_3 und der Kieselsäure, SiO_2, welche wir kurzweg als bei den höchsten Hitzegraden unschmelzbar betrachten können. Es ist nun ein altes Gesetz, dass zwei Körper von verschiedenem Schmelzpunkt bei ihrer Vereinigung einen geringeren Schmelzpunkt besitzen, als das Mittel aus den Schmelztemperaturen beider Bestandteile. Trotzdem nun nach diesem Gesetz die Thonsubstanz in ihrer Schmelzbarkeit nicht mehr auf der Stufe der reinen Kieselsäure und reinen Thonerde steht, können wir sie doch noch für alle in der Technik in Betracht kommenden Temperaturen als unschmelzbar, d. h. hoch feuerfest bezeichnen. Die Feuerfestigkeit ist also eine weitere fundamentale Eigenschaft der reinen Thonsubstanz neben den schon genannten Eigenschaften: „Plastizität, Schwindung, Wasseraufnahmefähigkeit und Porosität“.

Es wird uns nun weiter interessieren, zu untersuchen, in welcher Weise die Eigenschaften der Thonsubstanz von den übrigen Beimengungen, von denen sie in der Natur stets begleitet ist, beeinflusst werden.

Als wichtigster und nie fehlender Bestandteil des in der Natur aufgefundenen Thones kommt hier in erster Reihe der Sand in Betracht, in seiner reinsten Form Kieselsäure, SiO_2.

Derselbe kann aus dem zersetzten Urgestein stammen, kann aber auch dann auf sekundärer Lagerstätte zugeführt sein. Der Sand, den wir schon vorhin als feuerfest bezeichnet haben, kann indessen sogar die Schwerschmelzbarkeit eines Thones herabdrücken, da hierbei das Mengenverhältnis von Thonerde zu Kieselsäure erheblich mitspricht; von weiterer Bedeutung ist dabei natürlich die Korngrösse, in welcher der Sand sich im Thone befindet, denn ein Gemisch von Thonerde und feinstem Staubsand wird sich im Feuer ganz anders verhalten, als ein gleiches Gemisch, wenn der Sand in gröberen Körnern vorhanden ist. Der Grund liegt hierbei darin, dass sich bei feinster Korngrösse des Sandes bedeutend mehr Angriffsflächen zwischen ihm und der Thonerde bieten, als im anderen Falle. Man sieht daran, wie wichtig es unter Umständen ist, nicht nur die Menge des im Thon enthaltenen Sandes, sondern auch die Korngrösse desselben zu kennen.

Da der Sand absolut unplastisch ist und im trockenen Zustande ein lockeres Pulver bildet, so wird er also die Plastizität des Gesamtgemisches auch herabdrücken.

Eigenschaften wie Wasseraufnahmefähigkeit und Porosität kommen für den Sand nicht in Betracht, so dass er auch in dieser Hinsicht beschränkend auf den Gesamtcharakter des Thones einwirkt, ferner auch nicht die Schwindung, dafür aber eine Eigenschaft, die von grossem Interesse und auch von praktischem Wert für die Technik geworden ist. Derselbe pflegt bei hohen Hitzegraden sich in geringem Masse auszudehnen, also sein Volumen zu vergrössern, und abgesehen von seiner Unschmelzbarkeit in reiner Form ist dies gerade bei einer Steinsorte von Bedeutung, welche man aus ungefähr 98% Kieselsäure oder Sand und ca. 2% Aetzkalk herstellt, und die man mit dem Namen „Dinas" bezeichnet. Dieser Stein wird für Gewölbe benutzt, welche den höchsten Temperaturen der Technik ausgesetzt sind und da der Stein bei diesen Temperaturen sein Volumen um ein Geringes vergrössert, so ist ein Senken des Gewölkes nicht zu befürchten.

Sehr unangenehm kann diese Volumenvergrösserung des Sandes werden, wenn er dem Bestreben der leicht schmelzbaren

bezl. leicht sinternden Bestandteile, welche beim Brennen von Ziegelwaren dem Stein die Festigkeit verleihen, entgegenwirkt.

Durch die treibende Tendenz des Sandes wird dann das Gefüge des Steines gelockert, derselbe wird morsch, erhält einen unreinen Klang und eine geringe Festigkeit. Durch die starke Porosität, welche dabei auftritt, wird die Widerstandsfähigkeit gegen Witterungseinflüsse heruntergedrückt.

Neben dem Sand kommen als nächst wichtigste Bestandteile die unzersetzten Gesteinstrümmer in Betracht, die auch bei den edelsten Thonmaterialien den Kaolinen oder Porzellanerden, zum Teil in erheblicher Menge vorhanden sind. Wir sehen dieselben in der Form des reinen Feldspathes auftreten, der natürlich von den schon mehrfach genannten Eigenschaften, welche die reine Thonsubstanz besitzt, und welche den Gesamtcharakter des Thones ausmachen, keine aufzuweisen hat, dieselben also ebenfalls beschränkt, vor allem aber die Schwerschmelzbarkeit beeinträchtigt, da er ja in seinen Bestandteilen neben Thonerde und Kieselsäure noch Alkalien und andere leicht schmelzbare Körper enthält.

Da nun neben dem Feldspath auch alle anderen verunreinigenden Beimengungen des Thones, wie Glimmer, vor allem aber die Verbindungen des Eisens und des Calciums neben den anderen Haupteigenschaften der Thonsubstanz die Schwerschmelzbarkeit beeinflussen, so dürfen dieselben bei Thonen, welche als feuerfest bezeichnet werden sollen, nicht in erheblicher Menge auftreten.

Von grosser Wichtigkeit endlich sind die Bestandteile des Thones, welche die Farbe des fertig gebrannten Produktes bedingen, neben den eben genannten Einflüssen, welche sie auf die Haupteigenschaften der Thonsubstanz, Plastizität, Schwindung, Porosität und Feuerfestigkeit ausüben. Es kommen vor allem wieder die Verbindungen des Eisens und Calciums in Betracht, und während dieselben bei den Kaolinen und feuerfesten, sogenannten plastischen Thonen in geringer Menge auftreten, sind sie von erheblicher Bedeutung für diejenigen Thone, welche vor allen den Zwecken der Töpferei, Terrakotten und Verblendsteinfabrikation wie überhaupt der gesamten Ziegelindustrie dienen.

Prüfung der Thone auf Verwend- und Verwertbarkeit.

Aus den bis jetzt besprochenen Kapiteln über die Entstehung und Bildungsweise der Thone sowie aus den Betrachtungen über die einzelnen Bestandteile und deren Einflüsse auf den Gesamtcharakter der in der Natur gefundenen Rohthone, haben wir gesehen, dass der mehr oder minder hohe Gehalt an Thonsubstanz, jenem nicht weiter verwitterbaren kieselsauren Thonerdehydrat $Al_2 O_3 \, 2 \, Si O_2 \, 2 \, H_2 O$ für die fundamentalen Eigenschaften des fraglichen Materials in der Hauptsache massgebend ist, während die daneben im Rohthone enthaltenen Bestandteile, als unzersetzter Feldspath und Glimmer, Quarz und vor allem die Verbindungen des Eisens und des Calciums neben anderen seltener auftretenden Beimengungen diese Eigenschaften entweder beeinträchtigen oder aber auch andere Eigenschaften, wie besonders die Farbe des gebrannten Produktes, mit bedingen.

Wir wissen aber auch aus unseren früheren Betrachtungen, dass z. B. diese Beimengungen, speziell die unzersetzten Mineralreste, selbst wieder Gemenge bilden, die neben Kieselsäure und Thonerde besonders die leicht schmelzbaren Verbindungen in verschiedenen Verhältnissen enthalten.

Wir wollen jetzt annehmen, dass wir uns von einem Rohthone eine gute Durchschnittsprobe verschafft haben, die wir in der üblichen Weise einer chemischen Analyse unterwerfen, wie man eben derartige Silikate chemisch zu analysieren pflegt.

Da die Voruntersuchung ergeben hat, dass das Material in Säure unlösliche Bestandteile enthält, so wird man ungefähr 1 gr. des gefeinten, bei 120° C. getrockneten Thones mit höchstens der 2—3fachen Menge an kohlensaurem Natron-Kali nach dem sorgfältigsten Durchmischen zunächst über der kleinen Bunsenflamme, dann über dem Gebläse erhitzen, und zwar am besten in einem ca. 20 ccm. fassenden Platintiegel. Während des Erhitzens über dem Bunsenbrenner stellt man sich eine etwa 250 ccm fassende Platinschale zurecht, füllt diese mit 100 ccm dest. Wassers, legt einen Spatel hinein und deckt ein Uhrglas über die Schale.

Der in der oben beschriebenen Weise vorgenommene Aufschluss ist in längstens 10 Minuten beendet. Man erfasst nun den

Platintiegel vorsichtig mit der Zange, entfernt das Uhrglas von der Platinschale und setzt den Tiegel noch glühend in das Wasser, jedoch so, dass das Wasser nicht direkt an die glühende Schmelze kommt, da sonst kleine Explosionen entstehen.

Die Schmelze lässt durch dieses plötzliche Abkühlen von den Tiegelwandungen los, kann nun leicht aus dem Tiegel mit Hilfe des Spatels entfernt werden und weicht, da das Wasser von allen Seiten in dieselbe eindringen kann, weit rascher in demselben auf.

Ist dies geschehen, so fügt man nach und nach bei aufgelegtem Uhrglase Salzsäure hinzu, bis die Kohlensäureentwickelung aufgehört hat. Man spült dann Uhrglas, Tiegel und Deckel gut mit 10⁰/₀ Salzsäure ab und verdampft die salzsaure Lösung auf dem Wasserbade bis zur Trockene, wobei man zum Schlusse mit dem Platinspatel häufig umrührt.

Ist die Flüssigkeit verdampft, so bringt man die Schale mit einem Uhrglase bedeckt am besten in einen Chamottetrockenkasten, der aus 3 Chamotteringen hergestellt ist, und erhitzt 2 Stunden lang auf 150⁰ C.

Nach dieser Zeit giebt man ca. 50 ccm. conc. reine Salzsäure auf den getrockneten Rückstand und lässt zwei Stunden stehen. Alsdann verdünnt man etwas mit dest. Wasser, kocht auf und filtriert die unlöslich gemachte Kieselsäure ab, wobei man das Filtrat in ein 500 ccm-Kölbchen laufen lässt. Zum Auswaschen der Kieselsäure benutzt man 10⁰/₀ reine heisse Salzsäure.

Die so gewonnene Kieselsäure wird nun in einem gewogenen Platintiegel verascht, stark geglüht und gewogen. Um dieselbe auf Reinheit zu prüfen, fügt man etwas Flusssäure (etwa den halben Tiegel voll) und einige Tropfen Schwefelsäure hinzu und dampft die Lösung vorsichtig ab, glüht stark und wägt wieder. War die Kieselsäure rein, so darf kein nennenswerter Rückstand verbleiben. Im anderen Falle ist der gefundene Rückstand auf seine Bestandteile zu untersuchen.

Das Filtrat von Kieselsäure in dem 500 ccm-Kölbchen füllt man bis zur Marke auf, schüttelt gut durch und benutzt von diesem

a) 200 ccm zur Bestimmung von Thonerde + Eisenoxyd,
b) 200 ccm zur „ des Eisenoxydes.

Zu der unter a angegebenen Bestimmung pipettiert man 200 ccm in ein geräumiges Becherglas, giebt einen Tropfen Salpetersäure hinzu und kocht auf. Zur Fällung von Thonerde und Eisenoxyd setzt man nach und nach etwas Ammoniakwasser hinzu, bis die Flüssigkeit danach riecht, lässt den Niederschlag absetzen und filtriert denselben ab, wobei man als Waschflüssigkeit heisses Wasser benutzt. Den Niederschlag von Thonerde und Eisenoxyd löst man zur Reinigung nochmals in heisser Salzsäure, fällt wieder mit NH_3, wäscht aus und verascht wie gewöhnlich im Platintiegel.

Die beiden Filtrate der ersten und zweiten Fällung vereinigt man, engt sie durch Abdampfen ein und fällt den Kalk wie gewöhnlich mit oxalsaurem Ammonium. Im Filtrate von Kalk fällt man die Magnesia wie immer mit phosphorsaurem Natron und wägt sie als $Mg_2 P_2 O_7$-Pyrophosphorsaure Magnesia. Die unter b aufgeführte Bestimmung wird am raschesten wie folgt ausgeführt:

200 ccm des Filtrates werden in eine 500 ccm Flasche mit eingeschliffenem Glasstopfen gebracht. Man fällt nun $Al_2 O_3 + Fe_2 O_3$ mit NH_3, löst mit HCl auf, so dass die Flüssigkeit gerade sauer ist, setzt ein Körnchen Jodkalium hinzu und lässt die Flasche verstopft 1 Stunde auf dem Wasserbade stehen.

Nach dem Erkalten setzt man Stärkelösung hinzu und titriert das ausgeschiedene Jod mit $^1/_{100}$ Normaltiosulfatlösung, von der 1 ccm ungefähr 0,00078 gr. Eisenoxyd entsprechen.

Etwaige Anwesenheit von Mangan im Thon giebt sich schon durch die dunkelgrüne Farbe der Schmelze zu erkennen; ist dieselbe nur hellgrün, so ist der Mangan-Gehalt ausser Acht zu lassen. Zur Prüfung auf Mangan werden 100 ccm des Filtrates von der Kieselsäure mit NH_3 versetzt, bis der Niederschlag eben noch wieder verschwindet, dann mit essigsaurem Natrium die $Al_2 O_3 + Fe_2 O_3$ ausgefällt und mit heissem Wasser ausgewaschen, der Niederschlag in HCl gelöst, nochmals gefällt und filtriert. Die Filtrate werden mit Bromwasser oxydiert und auf Zusatz von Mangansuperoxydhydrat gefällt.

Die Gesamtmenge der in dem Thon enthaltenen Sulfate wird in 100 gr. des getrockneten und gepulverten Thones ermittelt.

Man thut zu diesem Zwecke 100 gr. Thon am besten in eine Kasserolle, die ca. 1 l fasst, füllt dieselbe mit destilliertem Wasser an und kocht eine Stunde lang unter häufigem Umrühren.

Alsdann spült man den ganzen Inhalt des Gefässes in einen 1 l-Kolben mit Hahn, setzt etwas gelöschten Kalk hinzu, füllt bis zur

Marke auf, schüttelt um und lässt absetzen. Ist dieses geschehen, so zieht man 500 ccm durch ein Filter ab, engt diese ein, säuert mit Salzsäure an und bestimmt die schwefelsauren Salze wie gewöhnlich mit Hilfe von Chlorbaryum.

Ferner sind noch zu bestimmen:

Der Glühverlust, welcher zum Teil auch in kohliger Substanz bestehen kann, aus etwa 2 gr. der Substanz durch Ausglühen erst über kleiner Flamme dann über dem Gebläse.

Zur Bestimmung der Alkalien wägt man ca. 5 gr. Thon ab, giebt diese in eine Platinschale, setzt 20 ccm Flusssäure (im Platintiegel abzumessen) und 5 ccm Schwefelsäure hinzu und lässt 2 Stunden stehen. Dann dampft man bis zur Trockene ein, glüht die überschüssige Schwefelsäure weg, fügt zur Auflockerung des Rückstandes einige Tropfen Ammoniakwasser hinzu und löst den Rückstand in Salzsäure.

Thonerde, Eisenoxyd und Kalkerde fällt man nun durch Hinzusetzen von oxalsaurem Ammoniak und bringt den ganzen Inhalt der Schale in einen 1 l-Kolben mit Hahn, füllt bis zur Marke auf, lässt absetzen nach dem Umschütteln und zieht 500 ccm durch ein Filter ab. Diese verdampft man bis zur Trockene, glüht zur Entfernung der Ammoniaksalze, setzt aufgeschlämmtes Quecksilberoxyd hinzu und dampft wieder bis zur Trockene ein, um die Magnesia unlöslich zu machen. Dann nimmt man nach dem Ausglühen den Rückstand mit wenig Wasser auf, filtriert und lässt das Filtrat in eine gewogene kleine Platinschale laufen, fügt etwas Schwefelsäure hinzu, dampft ein und bestimmt die Alkalien als schwefelsaure Salze, die noch auf Reinheit durch Auflösen in Wasser und Fällen mit Ammoniak geprüft werden.

Die Trennung der Alkalien erfolgt mit $Pt\,Cl_4$.

Wir haben so durch die sogenannte exakte Analyse die einzelnen Bestandteile eines Rohthones bestimmt und zwar seinen Gehalt an:

SiO_2, Fe_2O_3, Al_2O_3, ev. Mn_2O_3, CaO, MgO, K_2O, S
und des Glühverlustes.

Wir wissen nun aber, dass die Kieselsäure und die Thonerde, die Bestandteile der eigentlichen Thonsubstanz, weiter aber auch in den unzersetzten Mineraltrümmern neben den Verbindungen des Eisens, Kalkes, Mangans und den übrigen Verbindungen in verschiedenen Mengenverhältnissen auftreten. Ausser in diesen unzersetzten Mineraltrümmern findet sich die Kieselsäure im Thon

ferner als freier Bestandteil amorph oder körnig als Sand oder Quarz, auch kommen die Verbindungen der Leicht- und Schwermetalle als mechanische Beimengungen des Rohthones vor. Da nun aber der mehr oder minder grosse Gehalt an Thonsubstanz und das Verhältnis desselben zu den anderen Bestandteilen den Charakter eines Rohthones bedingt, so ist unter Umständen für uns die Frage von höchster Bedeutung, welcher Teil der gefundenen Gesamtmenge an Thonerde und SiO_2 als Thonsubstanz im Rohthone enthalten ist, und welcher Teil auf die Mineraltrümmer und den Sand kommt.

Es wird uns ferner auch interessieren, in welcher Form die einzelnen Bestandteile im Rohthon vorkommen, ob ganz fein verteilt oder in gröberen Beimengungen, weil durch Beantwortung derartiger Fragen in der Praxis in den meisten Fällen erst die nötigen Fingerzeige für die Verarbeitung eines Rohthones gegeben werden. Diese Frage kann uns nun die exakte Analyse nicht beantworten, und sie ist deshalb für die Beurteilung eines Rohthones wenn auch nicht etwa entbehrlich, so doch keinesfalls genügend.

Für gewisse Zweige der Thonindustrie, ich nenne speziell die Porzellanfabrikation, ist es unbedingtes Erfordernis, den Gehalt eines Rohkaolines an Thonsubstanz, unzersetztem Feldspath und Quarz zu kennen und danach bestimmen zu können, ob und welche Mengen von Quarz oder Feldspath noch hinzugefügt werden müssen, um eine Masse zu haben, die nach dem Brande allen Bedingungen genügt, die man an den Hartporzellanscherben stellt. Demnach ist eine Bestimmung der gröberen Beimengungen, der Art und Menge derselben stets notwendig, um ein Material vollständig beurteilen zu können.

Die Mittel, mit denen wir derartige Untersuchungen durchführen, sind neben der allgemeinen die sogenannte rationelle und daneben die mechanische Analyse.

Der Gang der rationellen Analyse ist dabei bei kalkfreien Materialien folgender: 5—6 gr. der gepulverten, bei 120° C. getrockneten Substanz werden in einer geräumigen Platinschale mit 100 ccm destilliertem H_2O versetzt, worauf man 50 ccm concentrierte Schwefelsäure hinzufügt und gut mit dem Platinspatel durchrührt. Bei aufgelegtem Uhrglase kocht man nun über der direkten Bunsenflamme, bis sich dichte Dämpfe von frei werdender Schwefelsäure entwickeln. Nach dem Erkalten wird mit H_2O

verdünnt, etwa 50 ccm concentrierte HCl zugesetzt und aufgekocht. Nach dem Absetzen wird die klare Flüssigkeit, welche einen grossen Teil der Thonsubstanz als schwefelsaure Thonerde gelöst enthält, abgegossen, Na OH bis zu stark alkalischer Reaktion zugegossen, mit gewöhnlichem H_2O verdünnt und zum Sieden erhitzt, um die abgeschiedene aufschliessbare SiO_2 zu lösen. Man verdünnt mit heissem H_2O und giesst nach dem Absetzen die klare Lösung ab. Der Rückstand wird mit HCl bis zu stark saurer Reaktion versetzt, mit heissem destilliertem Wasser verdünnt und gekocht, darauf lässt man absetzen und dekantiert. Diese Operation wird mit Na OH und HCL noch einmal wiederholt. (Enthält der Thon $CaCO_3$, so wird dieser vor Hinzugabe der concentrierten Schwefelsäure durch Auskochen des Thones mit Salzsäure entfernt.) Der Rückstand besteht aus Quarz und Feldspath, also aus unverwitterten, der Thonsubstanz mechanisch beigemengten Mineraltrümmern. Dieser Rückstand ist zu filtrieren, im Platintiegel zu glühen und zu wägen.

Zur Ermittelung des Feldspathgehaltes wird dieser Rückstand unter Zusatz von etwas verdünnter H_2SO_4 mit Flusssäure aufgeschlossen und nach dem Eindampfen und Abrauchen der überschüssigen H_2SO_4 die schwefelsaure Thonerde in wenig verdünnter HCl unter Erwärmen gelöst, die Lösung durch NH_3 gefällt, filtriert, der Niederschlag ausgewaschen und gewogen. Aus dem Gehalte an Thonerde werden die Gewichtsprozente an unverwittertem Feldspath berechnet. Der Rest der Mineraltrümmer ist Quarz.

Da man vor der rationellen Analyse die allgemeine chemische Untersuchung des Thones, die wir mit exakter Analyse bezeichneten, durchgeführt hat, so findet man die Zusammensetzung der eigentlichen Thonsubstanz durch Abzug

1. der freien und der im Feldspath enthaltenen SiO_2 von dem Gesamtkieselsäuregehalte, wie er durch die chemische Analyse festgestellt worden ist, und

2. durch Abzug der Thonerde und der Alkalien des Feldspathes von dem durch die chemische Untersuchung ermittelten Gesamt-Thonerde- und Alkaligehalt. In Gewichtsprozenten besteht die Thonsubstanz aller Thonmaterialien annäherungsweise aus:

SiO_2	46,33%
Al_2O_3	39,77%
H_2O	13,90%.

Diese Zusammensetzung der Thonsubstanz, wie wir sie als letztes stabiles Endprodukt des Verwitterungsprozesses des Feldspathes kennen gelernt haben, entspricht der Formel

$$Al_2O_3 . 2 SiO_2 . 2 H_2O.$$

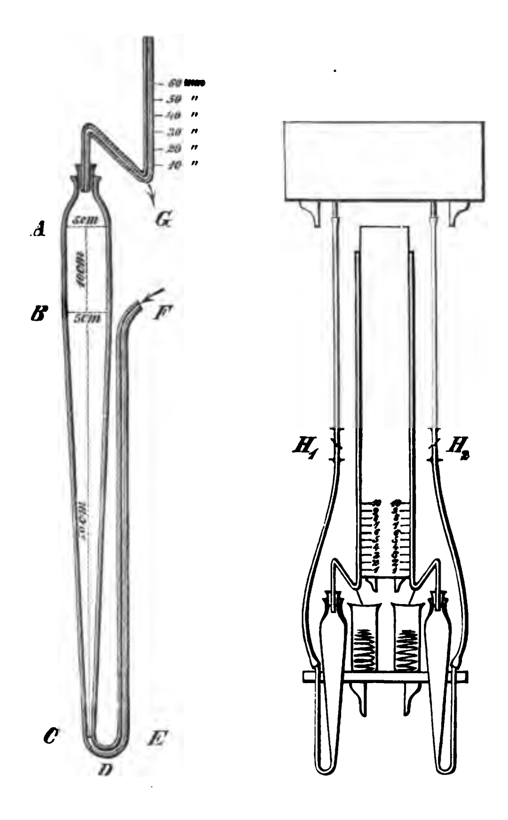
Wir können also durch die exakte Analyse in Gemeinschaft mit der rationellen Analyse nicht nur die Gesamtmenge der den Thon ausmachenden Bestandteile erkennen, sondern auch, in welchem Verhältnis die Hauptbestandteile auf die Thonsubstanz, die Mineraltrümmer, den Quarz und die übrigen Beimengungen verteilt sind.

Sehr wichtig ist nun ferner für uns die Kenntnis der verschiedenen Korngrössen, in denen diese Begleiter der Thonsubstanz im Rohthone enthalten sind, was wir indessen aus der exakten uud rationellen Analyse nicht erkennen können, sondern nur mit Hilfe der mechanischen oder Schlämmanalyse. Es kann für die Zwecke der Thonindustrie keineswegs gleichgültig sein, ob die vorhandenen Mineraltrümmer, als Feldspath, Quarz, kohlensaurer Kalk und andere Beimengungen in fein verteilter Form im Thone sich vorfinden, oder ob gröbere Stücken davon im Rohmaterial vorkommen. Von der grösseren oder geringeren Menge, von der Fein- oder Grobkörnigkeit derselben hängen die wissenswertesten physikalischen Eigenschaften des Thones ab, vor allem auch sein Verhalten im Feuer, und es können Thonmaterialien durch Entfernung der einen oder der anderen Bestandteile durch Schlämmen oft veredelt werden.

Handelt es sich bei dieser Untersuchung um eine möglichst feine Trennung der einzelnen Bestandteile nach ihrer Korngrösse, so bedient man sich des Schöne'schen Schlämmapparates, der bei richtiger Handhabung ausserordentlich scharfe Resultate liefert.

Dieser Schlämmapparat besteht in der Hauptsache aus einem konisch-cylindrischen Schlämmtrichter mit einer Z-förmig gebogenen Abflussröhre, welche gleichzeitig als Druckmesser für den aufsteigenden, den Schlämmprozess regulierenden, Wasserstrom dient.

Der Schlämmtrichter zerfällt in den cylindrischen Schlämmraum AB von 10 cm Höhe und 5 cm innerer Weite und in den sich nach unten verjüngenden konischen Teil BC. Bei C beträgt die lichte Weite desselben 4—5 mm; gleiche Weite hat auch die Biegung CDE und das aufsteigende Rohr EF. In den Hals des Schlämmtrichters ist vermittels eines Gummistopfens die Z-förmige, 3 mm weite Abflussröhre fest eingesetzt. Bei G befindet sich die Ausflussöffnung. Der aufsteigende Schenkel des Abflussrohres ist



vom Mittelpunkt der Ausflussöffnung G an gerechnet in mm geteilt und dient als Durchmesser für das H_2O. Je nach der Grösse des Ueberdrucks, welcher auf der Skala abgelesen wird, werden nach einander die verschiedenen Korngrössen des Thones abgeschlämmt. Nebenstehende Abbildung zeigt den Apparat in seiner Gesamtheit. Durch Oeffnen der Hähne H_1 und H_2 wird die Geschwindigkeit des H_2O-Stromes reguliert; in dem konischen Teil des Trichters wird der Thonschlamm zerlegt, diejenigen Körnchen,

welche die Kraft des Stromes nicht mit fortnehmen kann, fallen zu Boden.

Die Ausführung der Schlämmanalyse geschieht auf folgende Weise:

50 gr. des gröblich zerdrückten Thones werden, nachdem sie in einer Porzellanschale mit einer genügenden Menge H_2O und ein paar Tropfen Na OH, um den Thon aufzulockern, und ihm dadurch seine Bindekraft zu nehmen, etwa 1 Stunde lang gekocht sind, durch ein Sieb von etwa 0,2 mm Maschenweite gegossen. Der Rückstand besteht aus halb groben, unverwitterten Gesteinstrümmern mit Sand gemengt, sowie aus Schwefelkies und organischen Substanzen, Wurzelfasern, Kohlenteilen u. dergl. Bei Ziegelthonen hat man auf grobe Knollen von $CaCO_3$ oft auch auf Gips zu achten. Die durch das Sieb hindurchgegangene Masse wird nach dem Absetzen dekantiert, soweit es sich klar abgiessen lässt, und der Rest in das konisch-cylindrische Schlämmglas gespült.

Ein aufsteigender durch den Schlämmtrichter geleiteter Wasserstrahl, den man zuerst unter geringerem, dann unter stärkerem Druck eintreten lässt, wird so eingestellt, dass er zuerst nur die feinsten Partikelchen bis zu einer Korngrösse von 0,01 mm Durchmesser mit sich fortreisst, und bei nach und nach vergrösserter Geschwindigkeit die Körnchen bis 0,05 mm Durchmesser abschlämmt. Die im Schlämmtrichter zurückbleibenden Teilchen schwanken zwischen 0,05 und 0,2 mm Korngrösse. Die abgeschlämmten Teilchen werden in verschiedenen Gefässen aufgefangen. Seger bezeichnet nun die Teilchen bis zu einer Maximalgrösse von 0,01 mm Durchmesser als Thonsubstanz. Dieselbe ist jedoch nur als Thonsubstanz in physikalischem Sinne zu verstehen, insofern sie in erhöhtem Masse den Charakter des Rohthones darstellt. Höchste Plastizität, grosse Anziehungskraft zum H_2O, starkes Schwinden und Reissen, Eintrocknen zu einer harten, polierbaren Masse. Diese im physikalischen Sinne als Thonsubstanz zu verstehende Masse ist häufig durch feinst verteilten Sand, Feldspath, Eisenoxyd, Kreide u. dergl. verunreinigt, sodass sie wohl zu unterscheiden ist von der im chemischen Sinne reinen Thonsubstanz.

Ebenso enthält der nun folgende Schluff und Staubsand sehr häufig noch anhaftende Thonsubstanzpartikelchen, welche sich mechanisch schwer abscheiden lassen. Als Schluff bezeichnet

Seger die zwischen 0,01 und 0,03 mm Korngrösse abgeschlämmten Teilchen. Den Schluff bilden in der Hauptsache diejenigen feinen Mineraltrümmer, welche zwar mit H_2O angemacht, eine kurze aber noch bildsame Masse geben, beim Eintrocknen jedoch nicht mehr zu einer harten polierbaren Masse, sondern zu einem losen Pulver eintrocknen und in der Regel auch gar keine Neigung zum Schwinden oder Reissen zeigen. Die darauf folgende Korngrösse bis zu 0,04 mm Durchmesser besteht aus Staubsand. Beim Anmachen mit H_2O tritt ein Plastischwerden nicht hervor; beim Eintrocknen resultiert keine zusammenhängende Masse; obwohl nun der Staubsand beim Reiben im Mörser knirscht, macht er beim Reiben zwischen den Fingern noch nicht den Eindruck des körnigen. Den feinen Sand bilden alle Körner von 0,04—0,2 mm Durchmesser, den groben Sand alle darüber liegenden Korngrössen. Alle die für die Praxis so wichtigen Eigenschaften des Thones, sein Verhalten beim Trocknen, Schwinden, Reissen, beim Brennen, Sintern, Schmelzen und andere Erscheinungen lassen sich nach Kenntnis der chemischen Zusammensetzung erst auf Grund der mechanischen Analyse bis in ihre Ursachen und Anfänge verfolgen. Deshalb auch nennt man diese Untersuchungsmethode die physikalische oder die mechanische.

Es ist nun in der Praxis nicht immer nötig, die Thone mittels des Schöne'schen Apparates so weitgehend zu zerlegen, wie die angegebenen Korngrössen es bedingen. Es wird in den weitaus meisten Fällen genügen, die mechanische Analyse in einfacherer Form so durchzuführen, dass man die im Wasser aufgeweichten Thone durch feine Siebe von grösseren oder geringeren Maschenweiten schlämmt und die gröberen Bestandteile, auf die es ja in erster Linie ankommt, abscheidet und event. weiter chemisch untersucht. In Fällen, wo wir die praktischen Resultate beim Verarbeiten eines Thones mit der chemischen Untersuchung allein nicht in Einklang bringen können, leistet uns aber die Schlämmanalyse gute Dienste, weil wir aus ihren Resultaten manche Erscheinung erklären können, die sich weder aus der exakten noch der rationellen Analyse erklären lassen, und die sich doch oft beim Verarbeiten, Trocknen und Brennen eines Thones einschneidend bemerkbar machen. (Blasen in Steinzeuggefässen; Löcher durch Kohle ebenda, Absprengungen durch Schwefelkies und Kalk etc.)

Aus der exakten Analyse haben wir erfahren, in welchem Mengenverhältnis Thonerde, Kieselsäure und die anderen Bestandteile im Rohthon enthalten sind und, je mehr der gesamte Thonerdegehalt in seinem Verhältnis zum gesamten Kieselsäuregehalt sich der Zusammensetzung der reinen Thonsubstanz nähert, welche 46,33% SiO_2, 39,77% Al_2O_3 und 13,9% H_2O aufweist, je mehr also die anderen Bestandteile zurücktreten, welche die Eigenschaften der reinen Thonsubstanz beeinflussen, umsomehr können wir schon annehmen, dass wir es mit einem edleren Thonmaterial zu thun haben, welches durch einen hohen Gehalt an eigentlicher Thonsubstanz auch einen hohen Grad von Feuerbeständigkeit besitzt. Eine weitere Kontrolle dieser Annahme haben wir durch die rationelle Analyse, welche uns den wirklichen Gehalt des Thones an unschmelzbarer Thonsubstanz, an Quarz und dem verhältnismässig leicht schmelzbaren Feldspath bezüglich Mineralresten angiebt, neben dem Gehalt an anderen Flussmitteln, den wir ebenfalls durch die chemische Analyse festgestellt haben. Es lässt sich aber vermittels der chemischen und rationellen Analyse die Feuerfestigkeit eines Thones nur annähernd abschätzen und ist diese Art der Beurteilung in den meisten Fällen doch nur eine Spekulation. Bischof hat allerdings neben der praktischen Schmelzprobe nach seinen eigenen unklaren Worten „in einer möglichst genauen Feststellung, wieviel Thonerde auf eine gewisse Menge oder 1 Teil, sowie zugleich, wieviel Kieselsäure auf 1 Teil Al_2O_3 kommt“ den Massstab zur pyrometrischen Beurteilung des Thones aus der Analyse herzuleiten versucht, aber nicht ohne energischen und berechtigten Widerspruch von Seiten Segers und anderer.

Der von Bischof berechnete sogenannte Feuerfestigkeitsquotient trägt erstens den chemischen Eigenschaften des Thones nicht in erschöpfender Weise Rechnung, weil er davon absieht, ob die Kieselsäure gebunden oder frei als Sand vorhanden ist, zweitens ist die physikalische Beschaffenheit des Thones ganz ausser Acht gelassen. Die Korngrösse des Sandes, des Feldspathes und der übrigen unverwitterten Mineraltrümmer ist bei sonst gleicher chemischer Zusammensetzung zweier Thone in weittragender Weise auf die Feuerfestigkeit derselben von Einfluss. Versetzt man einen reinen Thon einmal mit einer gewissen Menge feinen, ein zweites Mal mit derselben Menge gröberen

Sandes, so ist die letzte Mischung gegenüber der ersten von merklich höherer Feuerbeständigkeit.

Immerhin aber mag die Formel zur Berechnung der Feuerfestigkeitsquotienten hier folgen, obwohl demselben eine praktische Bedeutung nicht beizumessen ist.

Bischof schreibt:

Bezeichnet man in der aus der Analyse berechneten Formel die Zahl der Thonerdemoleküle mit a, die der Kieselsäure mit b und die der Flussmittel mit c und setzt das Verhältnis $\frac{a}{c} = A, \frac{b}{a} = B$, so ist der F. Q. $= \frac{A}{B} = \frac{a\,c}{b\,a} = \frac{a^2}{b\,c}$.

Schon weit mehr für sich hat die Bischof'sche Prüfung auf Feuerfestigkeit mit Hilfe der Normalthone, von denen Bischof 7 aufstellt, und zwar:

1. Klasse: Thon von Altwasser,
2. „ Kaolin von Zettlitz,
3. „ Briesener Thon,
4. „ Bester belgischer Thon,
5. „ Thon von Grünstadt i. d. Pfalz,
6. „ Thon von Oberkauffungen bei Cassel,
7. „ Thon von Tschirne.

Zur Ausführung der Schmelzpunktbestimmung fertigt Bischof sowohl aus den Normalthonen, wie aus den zu prüfenden Materialien genau gleiche Proben (kleine Cylinder) und setzt diese einer hohen Temperatur aus, um nun aus dem verschiedenen Verhalten der Thone zu beurteilen, welchem Thone der 7 Klassen das zu begutachtende Material am nächsten steht.

Diese Methode wäre nicht schlecht, wenn dem Experimentator die Gewissheit gegeben werden könnte, dass die Normal-Thone stets dieselben bleiben. Das ist aber durchaus nicht der Fall, sondern die Zusammensetzung derselben wechselt und mit ihr der Schmelzpunkt, so dass man nicht zu denselben Resultaten gelangen kann.

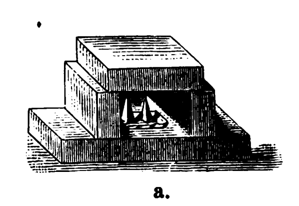
Aus diesem Grunde hat man nun fast allgemein diese Methode verlassen und prüft die Thone im Vergleich mit Segerkegeln, die bei stets gleichbleibender Zusammensetzung stets dieselben Resultate ergeben müssen.

So viel auch von gegnerischer Seite gegen die Segerkegel angekämpft worden ist, und noch wird, so lässt sich die Thatsache nicht wegleugnen, dass die Segerkegel heutzutage das beste

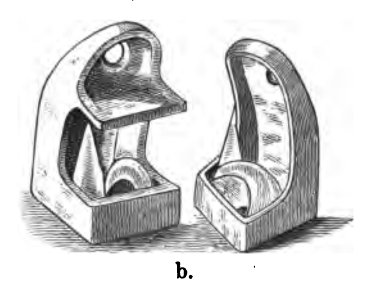
Prüfungsmittel der feuerfesten Materialien hinsichtlich ihrer Schmelzbarkeit sind, das beweist auch, dass fast alle Fabriken feuerfester Produkte ihre Rohmaterialien und Fabrikate nach Segerkegeln prüfen lassen und diese Ergebnisse bekannt geben.

Nur in der Hand eines Experimentators, der nicht gewöhnt ist, mit Segerkegeln umzugehen, können wenig übereinstimmende Resultate erzielt werden, anderenfalls dürften die Segerkegel stets jeden genau beobachtenden Prüfer zufrieden stellen.

Die Segerkegel sind auf Anregung des jetzigen Generaldirektors der Rheinischen Chamotte- und Dinaswerke, Dr. A, Heintz von unserem bedeutendsten Keramiker, Prof. Dr. H. Seger, zuerst zum Gebrauch in der Technik in der Kgl. Porzellanmanufaktur in Berlin hergestellt worden.



a.



b.

Die Segerkegel stellen 6 cm resp. 2,5 cm hohe Tetraëder dar mit gleicher Basis und einer in zweckentsprechender Weise angebrachten grösseren Seitenfläche, auf welcher die Nummer aufgedruckt ist, wodurch der Kegel eine bestimmt vorgezeichnete Neigung beim Niederschmelzen erhält. Sie sind zusammengesetzt aus den natürlichen und als annähernd chemisch rein zu bezeichnenden Materialien: Feldspath, Kalkspath, Quarz und Kaolin. Daneben enthalten die leichter schmelzbaren Segerkegel noch Eisenoxyd und Borsäure. Die Kegel sind mit verschiedenen Nummern bezeichnet, von denen man die von 010 aufwärts gehenden in Ziegeleien, Thonwaarenfabriken, Töpfereien, Ofenfabriken, Steingut- und Porzellanfabriken, sowie in Fabriken feuerfester Produkte zur Kontrolle des Garbrandes verwendet, wobei stets mehrere Nummern an verschiedenen Stellen des Ofens eingesetzt und beobachtet werden.

Beim Gebrauch der Segerkegel ist darauf zu achten, dass die Kegel nicht von der Stichflamme getroffen werden oder, dass sich Flugasche auf dieselben festsetzen kann, da sonst die Schmelz-

barkeit der Kegel verändert wird. Es müssen daher die Kegel stets mit Steinen (a.) eingebaut werden oder es sind die sogenannten Hängeschalen (b.) zu benutzen, die so gestellt werden können, dass die Kegel geschützt sind.

Die einzelnen Zweige der Thonindustrie bedienen sich für die Beurteilung des Garbrennens der Waare im allgemeinen folgender Segerkegel:

Porzellanfarben und Lüster:

Segerkegel		Segerkegel		Segerkegel	
022	590°	017	740°	012	890°
021	620	016	770	011	920
020	650	015	800	010	950
019	680	014	830		
018	710	013	860		

Ziegelfabrikate aus kalk- und eisenhaltigen Thonen, von Ofenkacheln u. dergl.

Segerkegel		Segerkegel		Segerkegel	
015	800°	010	950°	05	1050°
014	830	09	970	04	1070
613	860	08	990	03	1090
012	890	07	1010	02	1110
011	920	06	1030	01	1130

Ziegelfabrikate aus kalk- und eisenarmen Thonen, von Klinkern, Fussbodenplatten und ähnlichen Fabrikaten.

Segerkegel		Segerkegel		Segerkegel	
1	1150°	5	1230°	9	1310°
2	1170	6	1250	10	1330
3	1190	7	1270		
4	1210	8	1290°		

Steinzeug mit Salz- oder Lehmglasur.

Segerkegel		Segerkegel		Segerkegel	
5	1230°	7	1270°	9	1310°
6	1250	8	1290	10	1330

Weissem Steingut (Rohbrand).

Segerkegel		Segerkegel		Segerkegel	
1	1150°	5	1230°	9	1310°
2	1170	6	1250	10	1330
3	1190	7	1270		
4	1210	8	1290		

Weissem Steingut (Glattbrand).

Segerkegel	09	970°	Segerkegel	05	1050°	Segerkegel	01	1130°
	08	990		04	1070		1	1150
	07	1010		03	1090		2	1170
	06	1030		02	1110		3	1190

Chamottewaaren, Cement und Porzellan.

Segerkegel	10	1330°	Segerkegel	14	1410°	Segerkegel	18	1490°
	11	1350		15	1430		19	1510
	12	1370		16	1450		20	1530
	13	1390		17	1470			

Silicasteinen und zum Schmelzen schwerflüssiger Gläser,
bezw. in der Stahl- und Wassergasindustrie.

Segerkegel	20	1530°	Segerkegel	22	1570°	Segerkegel	24	1610°
	21	1550		23	1590		25	1630

Zur Bestimmung der Feuerfestigkeit der Thone und der
zugehörigen Materialien dienen

Segerkegel	26	1650°	Segerkegel	30	1730°	Segerkegel	34	1810°
	27	1670		31	1750		35	1830
	28	1690		32	1770		36	1840
	29	1710		33	1790			

Die Kegel von 26 bis 36 werden also ausschliesslich zur Bestimmmung der Schmelzpunkte von feuerfesten Materialien benutzt, denn man hat sich daran gewöhnt, alle diejenigen Thone resp. Materialien als nicht feuerfest zu bezeichnen, die leichter schmelzbar sind als Segerkegel 26.

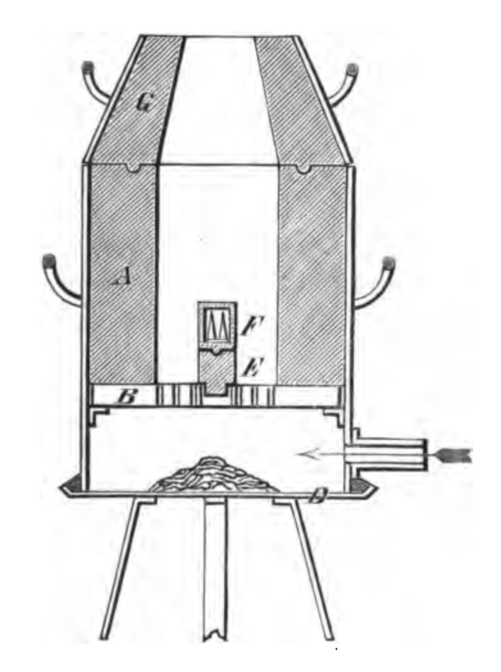
Die pyrometrische Prüfung der Thone geschieht nur im chemischen Laboratorium für Thonindustrie und im Spezial-Laboratorium für die Thon- und Chamotte-Industrie von Dr. M. Stoermer, Berlin, auf folgende Weise:

Zunächst werden aus den zu prüfenden Rohmaterialproben kleine dreiseitige Pyramiden von ca. 1 cm Querkante und ca. 2,5 cm Höhe geformt, oder aus den zu prüfenden Steinen prismenförmige Stücke herausgesägt.

Sind die Thone nicht frei von organischer Substanz, so werden die geformten Tetraëder einige Zeit bei schwacher Rotglut erhitzt, damit die Kohle ausbrennt.

Die Proben werden dann mit den Segerkegeln in einem Tiegel aus höchst feuerfestem Material einer hohen Temperatur ausgesetzt, welche durch die Seger'schen Schmelzkegel kontrolliert wird.

Das Erhitzen der Proben geschieht im deckellosen Deville'schen Ofen, der aus einem hohen Cylinder von feuerfestem Material A besteht. Der Cylinder ist unten durch eine starke eiserne Platte B begrenzt. Diese hat in der Mitte eine Oeffnung von 3 cm Durchmesser, um die herum mehrere Reihen feiner Löcher von 6 mm Bohrung in gleichem Abstand verteilt sind.



Der 35 cm hohe feuerfeste Cylinder ist mit einem eisernen Mantel umgeben, welcher über die gelochte Platte um 8 cm nach unten hinausragt und auf einem Eisenteller mit drei Füssen ruht, die in der Zeichnung als abgebrochen wiedergegeben sind.

Der Raum zwischen Teller und Bodenplatte hat seitlich eine runde Oeffnung von 25 mm Weite, durch welche Luft mittels eines cylindrischen Blasebalges unter Druck eingeführt wird. Den überstehenden, aufgebogenen Rand des eisernen Tellers verschmiert man mit einem stark sandigen Thon, damit hier die eingeblasene Luft nicht entweichen kann.

Der Brennraum ist schwach konisch und hat unten 9 cm, oben 11 cm Durchmesser.

Die ca. 6 cm starke feuerfeste Ausfütterung des Ofens besteht bis zu ca. 12 cm Höhe aus sintergebranntem Magnesit der Carl Spaeter'schen Magnesitwerke in Veitsch (Steiermark). Der übrige Teil des Futters ist mit einem Gemisch von 90 Teilen sinter gebranntem Magnesit und 10 Teilen Zettlitzer Kaolin ausgestampft. Ein solches Futter ist ungemein widerstandsfähig und ausdauernd.

Zur Herstellung der Versuchstiegel wird eine stark gebrannte Chamotte aus gleichen Teilen Thonerde ($Al_2 O_3$) und Kaolin benutzt, die mit einem zum Formen erforderlichen Zusatz von Kaolin verarbeitet wird. Zu den Untersätzen der Tiegel wird ff. Chamottemasse gebraucht, die nicht unter Segerkegel 35 schmilzt. Zur Ausführung der Schmelzversuche verbindet man zuerst den Ofen mit dem Blasebalg, bereitet den Tiegel mit den Versuchskörpern und Segerkegeln vor, indem man in den Tiegel eine ca. 7 mm hohe Schicht Zettlitzer Kaolin schüttet und in diese die Kegel abwechselnd einsetzt. Dann bringt man den Tiegeluntersatz auf das Loch der Bodenplatte und setzt den Tiegel mit Deckel ein.

Das Anheizen des Ofens geschieht in der Weise, dass man ca. 30 gr. zusammengeballtes Papier entzündet und in den Brennraum wirft, wobei der Blasebalg sehr langsam getreten wird. Auf das Papier kommen ca. 200 gr. haselnussgrosse Stücke Holzkohle und dann die abgewogene Menge Retortengraphit. Man beginnt gewöhnlich mit 200 gr. des letzteren und steigert die abgewogene Menge von Versuch zu Versuch.

Das Treten wird fortgesetzt (etwa 50 mal in der Minute) bis der Tiegel wieder deutlich sichtbar ist.

Will man den Ofen nach einem Versuch noch heiss benutzen, so wird Tiegel und Untersatz mit einer Zange herausgenommen und die Ueberreste der glühenden Kohlen durch die grössere Oeffnung in dem gelochten Boden in den unteren Raum gescharrt.

Sodann setzt man einen neuen Untersatz mit Tiegel ein, giebt ca. 200 gr. Holzkohlenstückchen darauf und dann die abgewogene Menge des Retortengraphits, wobei zu berücksichtigen ist, dass beim heissen Ofen ca. 200—300 gr. Graphit weniger erforderlich sind.

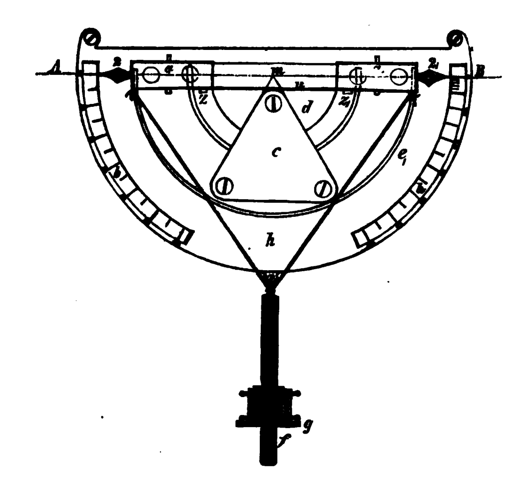
Die genaue Menge ergiebt sich nach einigen Versuchen. Den pyrometrischen Prüfungen unterworfen werden nur hellbrennende Thone, da die gefärbten nicht zu den feuerfesten gehören.

Eine sehr wichtige Eigenschaft der Thone ist die Plastizität oder Bildsamkeit.

Man versteht unter Plastizität diejenige Fähigkeit der Thone, in nassem Zustande sich einer beliebigen Form anzupassen, dieselbe voll und ganz auszufüllen und während des Trocknens und Brennens zu behalten.

Sie hängt ab von der Menge der Beimengungen, die im Thone enthalten sind, besonders von dem Gehalte an Sand.

Es ist nun eine sehr wichtige Aufgabe der Untersuchenden, sich über den Grad der Bildsamkeit eines Thones klar zu werden.



Ganz zuverlässige Plastizitätsmesser giebt es nicht, doch kann man annähernd den Grad der Bildsamkeit mittels des Jochum'schen Apparates feststellen.

Dieser Apparat wird folgendermassen gehandhabt:

aa' sind zwei aus Messingblech gefertigte Hülsen, die zur Aufnahme auf folgende Weise präparierten Thonstäbchens dienen.

Man nimmt aus der Grube, aus welcher der auf Plastizität etc. zu untersuchende Thon gewonnen wird, auf dem üblichen Wege eine grössere Durchschnittsprobe, sowohl von der Sohle, von der Mitte, als auch von den oberen Thonschichten, zerkleinert dieselben, reibt sie in trockenem Zustande zu möglichst feinem Pulver, welches man wiederum durch ein Haarsieb durchsiebt und

rührt diese so erhaltene Probe mit Wasser (am besten destilliertem Wasser, da man dieselbe Probe alsdann zu den übrigen Bestimmungen verwerten kann) zu einem Teig an, den man gehörig durchknetet und ihm von derselben Substanz so viel während des Knetens zusetzt, bis die Masse handgerecht geworden ist, d. h. bis sie nicht mehr an den Händen haften bleibt. Aus diesem so erhaltenen Ballen formt man mittels hölzerner Formen Stäbe von 15 cm Länge und 15 mm Querschnitt (wobei die Masse jedoch gehörig in die Form gedrückt werden muss); nimmt alsdann die so erhaltenen Stäbe zwischen zwei Hölzer von rechteckigem Querschnitt, wobei die eine Seite des Rechtecks 12 mm, die andere 10 mm hoch ist und schneidet dann mit einem sehr scharfen Messer (Zinkmesser) die überstehenden Teile der Thonstäbe glatt ab, indem man das Messer hart über die beiden Stäbe führt. Wendet man nun bei dieser Manipulation die Hölzer zweimal hochkantig, d. h. auf 12 mm und zweimal auf 10 mm an, erhält man Thonstäbchen von dem genauen Querschnitt 10/10 mm, die nunmehr zu der Bestimmung fertig sind.

Dem Querschnitt dieses Thonstäbchens entsprechen die oben erwähnte Hülsen so, dass auf allen Seiten zur bequemeren Handhabung ein geringer Spielraum bleibt. Der Deckel der beiden Hülsen ist durch Herausschieben abnehmbar und hat je zwei Schräubchen, die das Andrücken und Fixieren des Thonstäbchens in der Hülse mittels aufgelegter Messingplättchen leicht gestatten. Unter sich sind die beiden Hülsen mit einer dünnen Uhrfeder u verbunden, die an ihren beiden Befestigungsnieten z und z Spielraum durch je einen Schlitz hat. Sie hat den Zweck, dem Stäbchen als Widerlager zu dienen und die Hülsen auf den Nullpunkt der weiter unten erwähnten Einteilung, nach beendigter Probe zurückzuführen. aa′ stehen ferner nach unten mittels je zweier Stifte mit den Schenkeln eines Winkels W und W′ in Verbindung, die wiederum durch zwei dünne Spiralfedern s und s′, welche im Schnitt AB angedeutet sind, gehalten werden und vermittels des im Scheitel dieses Winkels befindlichen Scharnieres beweglich sind. Die 4 Verbindungsstifte der Hülsen mit den Schenkeln des Winkels haben ihre Führung in den Ausschnitten e und e′. — Es hat dies alles den Zweck:

1. Eine gleichmässige fortschreitende Bewegung beim Anziehen der Schraube f, die mit den Hülsen mittels einer Darmsaite verbunden ist, hervorzurufen und

2. unterstützen s und s' das schon durch u vorgesehene Einstellen der beiden Hülsen oder vielmehr deren Zeiger z und z' auf den Nullpunkt des auf beiden Seiten in 60 Grade eingeteilten Kreisbogens auf der Messingplatte h.

c ist ein auf die eben erwähnte Messingplatte aufgeschraubtes gleichseitiges Dreieck, dessen eigentliche Spitze genau in der Mitte des 10 mm breiten eingespannten Thonstäbchens im Punkte p liegt, die jedoch mittels eines kleinen Kreisbogens so abgerundet ist, dass die Uhrfeder u sich gleichsam als Tangente an diesen anlehnt.

Ist alles zum Versuche vorbereitet, so zieht man mittels der Schraubenmutter g die Schraube f an, alsdann bewegen sich z und z' auf den beiden eingeteilten Kreisbogen vorwärts. Es tritt ein Punkt ein, bei welchem das Thonstäbchen in der Mitte einen Riss bis zur Hälfte seiner Breite bekommt, die mittlere Dehnungsfaser des Thones ist in diesem Moment gebrochen und der Versuch beendigt, indem z und z' gleichzeitig den Grad der Plastizität des betreffenden Thones anzeigen. Auf diese Weise erhält man den Plastizitätsgrad des betreffenden Thones, wie er sich aus der Grube ergiebt. Will man daher diejenige der betreffenden gereinigten Thonmasse kennen lernen, so ist vor dem Präparieren der Stäbchen ein Schlämmprozess notwendig.

Von all den bis jetzt gemachten Vorschlägen, welche dahin streben, die Plasticität eines Thones mit Hülfsmitteln zu bestimmen, welche mehr oder minder unabhängig von der Beobachtungsgabe des Prüfenden sein sollen, habe ich nur das vorstehende Verfahren angeführt, um eben ein Beispiel zu geben; aber diese Art der Bestimmung, welche ausserdem den Zweck verfolgt, bestimmte Wertegrade für die Plasticität als solche, unabhängig von den für die Schwindung zu suchenden Werten einzuführen, hat neben anderen Prüfungswegen ähnlicher Art nicht vermocht, in der Praxis festen Fuss zu fassen.

Das Bindevermögen eines Thones und die Schwindung desselben, sowohl bis zum lufttrockenen Zustande als auch im Feuer, stehen in so engem Zusammenhange mit der Plasticität, wie ich schon an anderer Stelle eingehend besprochen habe, dass eben alle drei genannten Eigenschaften ihren präcisen Ausdruck am besten in der Zahl finden, welche angibt, um wie viel Procente linear eine im formweichen Zustande hergestellte Probe bis zum Zustande der Lufttrockenheit und event. bis zu dem Brenngrade,

welcher bei der Verarbeitung des Materials in der Praxis in Betracht gezogen werden muss, ihr Volumen verringert hat. Dies ist wohl auch der Modus, der bei allen praktischen Untersuchungen von Thonen üblich geworden ist.

In den Anweisungen, welche Jochum zur Benutzung seines Apparates, vielmehr zur Herstellung der nötigen Proben giebt, sagt er:

„Man zerkleinert die genommene Durchschnittsprobe des „Thones, reibt sie in trockenem Zustande zu möglichst feinem Pulver. „welches man wiederum durch ein Haarsieb durchsiebt und rührt „diese so erhaltene Probe mit Wasser zu einem Teig an, den man „gehöri durchknetet und ihm von derselben Substanz so viel „während des Knetens zusetzt, bis die Masse handgerecht geworden ist, d. h. bis sie nicht mehr an den Händen haften bleibt".

Es sei hier die Bemerkung eingeschoben, dass dieser Weg bei allen Materialien, welche gröbere Beimengungen in grösserer Menge enthalten, nicht ohne weiteres durchführbar ist, ohne das Material zu entmischen, oder den Charakter desselben zu verändern.

Diesen Zustand der Probe, den Jochum meint, pflegen wir mit dem Ausdruck „formweich" zu bezeichnen, und der formweiche Zustand bildet unter allen Umständen den Ausgangspunkt für die Berechnung der Schwindung bis zur Lufttrockenheit und die daraus zu ziehenden Schlüsse für Bindevermögen und Plasticität. Obgleich nun bei vielen Thonen und Lehmen der formweiche Zustand innerhalb recht enger Grenzen liegt, so erfordert es doch immerhin schon bei diesen Materialien einige Uebung, um denselben zu erkennen.

Schwieriger ist schon die Herstellung guter Proben, wenn das Material besonders stark die Eigenschaft zeigt, bei oder nach dem Durchkneten nachzusteifen.

Abgesehen davon, dass das Nachsteifen dann eintreten wird, wenn die Probe nicht genügend zerkrümelt oder gleichmässig durchfeuchtet war, zeigt es sich besonders bei den Schieferthonen, die ich wegen ihres anscheinend steinigen und unplastischen Charakters schon früher erwähnt habe. Diese Thone vermögen erst im zerkleinerten aufgeweichten Zustande ihre Plasticität im vollen Masse — allmählich — zu entwickeln, so dass es immerhin einiger Zeit bedarf, bis der andauernd gleichmässig formweiche Zustand er-

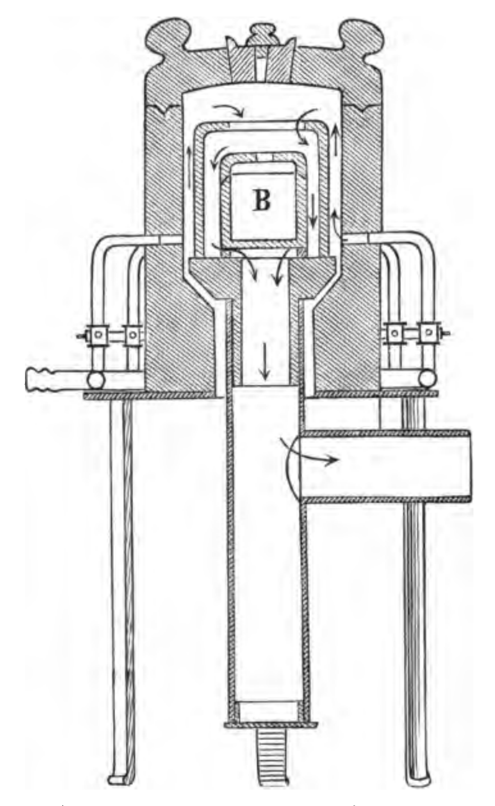
reicht ist, wobei allerdings wohl der Grad der Zerkleinerung mit ausschlaggebend sein mag.

Gerade dieses verschiedene Verhalten der Thone bei Herstellung des formweichen Zustandes beweist, dass es hierbei lediglich auf Beobachtungsgabe und Uebung ankommt, um eine sichere Grundlage für die Bestimmung des Schwindmaasses zu erhalten. Diese Bestimmung geschieht dann in höchst einfacher Weise mit einer Schiebeleere mit Nonius oder durch einfaches Ablesen an eingeritzten Marken mittels eines aufgelegten Stahllineals mit wenigstens Millimeterteilung. Hierbei ist aber zu beachten, dass die Proben sich weder beim Trocknen noch beim Brennen verzogen haben dürfen, was bei hochplastischen Materialien nur durch ganz langsames Trocknen und vorsichtiges Brennen zu verhindern ist.

In einem späteren Kapitel werde ich noch einen kurzen Ueberblick geben, in welchem Masse diese fundamentalen Eigenschaften eines Thones bezl. Lehmes entwickelt sein dürfen oder müssen, um den Ansprüchen der Fabrikation zu genügen.

Während wir aus den für die Schwindung gewonnenen Zahlen directe Schlüsse auf den Plasticitätsgrad des Materials ziehen können, ist dies weniger angängig in Bezug auf das Bindevermögen d. h. auf die Fähigkeit des Thones, mit Wasser angemacht, pulverförmige oder grobkörnige Magerungsmittel d. h. unplastische Bestandteile aufnehmen zu können. Es spricht beim Zusatz von Magerungsmitteln keineswegs allein die Bedingung mit, den zu fetten Materialien einen Teil ihrer Plasticität zu nehmen, um ein Verziehen und Reissen beim Trocknen und Brennen zu verhindern, sondern die Magerungsmittel sind oft von einschneidender Einwirkung auf den Charakter des fertigen Produktes, doch würde es hier zu weit führen, auf diese Fragen näher einzugehen. Es sei deshalb nur kurz hervorgehoben, dass man auch aus der Festigkeit, die eine lufttrockene Thonprobe gegen Zerdrücken oder Zerreissen zeigt, auf die Fähigkeit des Materials schliessen kann, mehr oder weniger plastische Bestandteile aufnehmen zu können, ohne dass die mechanische Festigkeit nach dem Trockenen soweit leidet, dass eine weitere Behandlung des geformten Gegenstandes im Betriebe ohne Verletzung desselben nicht möglich ist. Zur Prüfung der Zugfestigkeit kann man, ähnlich wie bei der Cementprüfung, Körper in Form einer „8“ herstellen, welche an der Einschnürung einen ganz bestimmten Querschnitt haben und kann man aus den Re-

sultaten beim Zerreissen der reinen und gemagerten Thonproben auf jeden Fall Schlüsse gewinnen, wie weit die Korngrösse, die Form und Flächenbeschaffenheit der magernden Zusätze die Festigkeit im lufttrockenen Zustande beeinflussen können, doch sei hier immer wieder bemerkt, dass für diese Versuche nur die Gesichtspunkte massgebend sein dürfen, die für die Eigenschaften des fertigen Fabrikates in Betracht kommen müssen. Die Proben auf Druckfestigkeit werden am besten mit der Presse von J. Amsler-Laffon & Sohn in Schaffhausen vorgenommen und werde ich weiter unten über diesen Apparat sprechen.



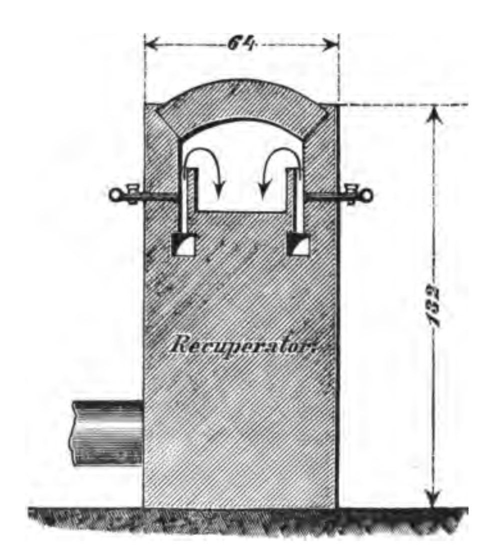
Seger'scher Versuchsofen.

Eine ganz oberflächliche Prüfung auf Plasticität, der sich der Praktiker als ungefähren Anhaltspunkt bedient, besteht darin, dass man sieht, ob eine Probe, im formweichen Zustande zur Kugel verformt und dann zusammengedrückt, Risse an den Rändern zeigt,

oder ob ein cylindrisches Stück der Probe sich zu einem Ringe zusammenlegen lässt, ohne zu reissen.

Bei Untersuchungen sämtlicher Thonarten ist, neben der Ausführung des bis jetzt beschriebenen Untersuchungsganges auf Verwendung und Verwertbarkeit, die Anfertigung von Brennproben die weitaus wichtigste Bestimmung.

Hat die Schlämmanalyse einen grösseren Rückstand an Sand, Gesteins- und Mineraltrümmern, kohlensaurem Kalk, Gips, Marienglas oder Schwefelkies etc. ergeben, so wird zwecks weiterer Untersuchung eine grössere Menge Thon geschlämmt und das geschlämmte Produkt derselben Prüfung unterworfen wie das ungeschlämmte. Der zu untersuchende Thon wird im Wasser aufgeweicht, durch Schneiden und Kneten gut durchgearbeitet, und die nach guter Homogenisierung erhaltene Masse zu Probesteinchen verarbeitet und möglichst langsam getrocknet. Der Wasserverbrauch wird bestimmt.



Versuchsgasofen System Loeser. Typ. 1.

Sind die Steinchen lufttrocken, so werden dieselben in einen Chamottetrockenkasten bis auf 150—200° C. erwärmt und dann im Seger'schen Versuchsofen bei verschiedenen Temperaturen gebrannt.

Der Seger'sche Ofen, der mit Gas befeuert wird, besteht aus einem starkwandigen Chamottecylinder mit abnehmbarem Deckel,

der eine hohe Feuerbrücke, bestehend aus einem dünnwandigen Chamottecylinder umschliesst.

Innerhalb der cylindrischen Feuerbrücke steht in geringem Abstande eine mit Deckel verschliessbare Chamottekapsel B, die zur Aufnahme der zu brennenden Gegenstände dient. Durch 8 regelmässig im Kreise verteilte Bunsenbrenner tritt die Gasflamme von aussen durch den starkwandigen Mantel ein, steigt an der Feuerbrücke empor, um dann von der Decke zurückgeworfen, den eigentlichen Brennraum umspülend, in den Schornstein nach unten zu gehen.

Die zur Verbrennung dienende Luft gelangt durch den zwischen der Aussenwand unter der Feuerbrücke verbleibenden Spalt in den Brennraum.

Die betreffenden Segerkegel, auf welche man abbrennen will, setzt man mit dem Brenngut in die Kapsel und beobachtet sie durch das Loch oben.

Neben dem Segerofen bediente ich mich bei meinen Vorträgen und Uebungen am „Höheren Technischen Institut in Cöthen“ noch eines anderen Versuchsofens eigener Construktion, der, obgleich von erheblich grösseren Dimensionen als der genannte, doch auch speziell für den Laboratoriumsgebrauch bestimmt ist. Der Ofen ist zwar in der Construction von dem Segerofen ganz abweichend, aber im Princip demselben so ähnlich, dass nur wenig über ihn zu bemerken bleibt. Die Beheizung geschieht ebenfalls mit Leuchtgas und erhitzter Luft, welche sich in Blechrohren bildet, die von den abziehenden Feuergasen umspült werden. Der Typus ist, wie die vorstehende Abbildung zeigt, derjenige eines Ofens mit beiderseitig überschlagender Flamme und Abzug der Feuergase in der Sohle.

Das Einsetzen, Probeziehen etc. geschieht durch die Thür, welche den Brennraum verschliesst, bezüglich durch eine in der Thür angebrachte Luke von ca. 10 . 10 cm. Grösse.

Die Proben können entweder im freien Feuer oder auch in einer eingesetzten Muffel gebrannt werden.

Während diese Oefen, wie schon gesagt, eigens für den Laboratoriumsgebrauch dienen, möchte ich noch über eine Construktion von mir sprechen, welche durch die ganze Art ihrer Betriebsweise die Möglichkeit gewähren soll, Brennversuche in einem Massstabe durchzuführen, der sich vollständig dem späteren Grossbe-

triebe anpasst und Versuchsobjekte zeitigt, die durchaus dem normalen Fabrikat gleichen sollen.

Wenn wir einen kurzen Rückblick auf die Entwicklung der ganzen Thonwarenindustrie in den letzten Jahrzehnten werfen, so sehen wir immer wieder, wie unendlich wichtig die hervorragenden Arbeiten von Seger sind, die zum grossen Teil innerhalb der Wände des Laboratiums entstanden und trotz des damals vielleicht ungläubigen Lächelns manches Empyrikers bahnbrechend für unsere Anschauungen geworden sind, nach denen wir heute die Rohmaterialien der Thonwarenindustrie auf ihren Wert und ihre Verwertbarkeit zu beurteilen pflegen. Wir können heute, bevor wir uns zur Verwertung eines Thones, Kalkes, Quarzes oder eines sonstigen Rohmateriales für Thonwaren-, Kalk-, Cement- und verwandte Industrieen entschliessen, die grundlegenden Prüfungen unserer ersten Fachlaboratorien, die ja zur Genüge bekannt sind, weniger denn je entbehren, und bei all diesen Prüfungen spielt der Brennversuch im Seger'schen Leuchtgasofen mit eine der Hauptrollen.

Wenn auch durch diese Prüfungen unfehlbar bestimmte Fingerzeige gewonnen werden, in welcher Weise man bei der Ausbeutung und Verwertung eines Rohmateriallagers verfahren muss, oder in welcher Weise Betriebsmängeln oder Fabrikationsfehlern, wenn es sich darum handelt, abzuhelfen sei, so liegt doch bei den in der Industrie Stehenden zumeist noch der sehr begreifliche Wunsch vor, durch weitere eigene Versuche sich hiervon zu überzeugen.

Bei diesen Versuchen soll es natürlich massgebender Gesichtspunkt sein, dass dieselben, wie schon gesagt, in einer Weise durchgeführt werden, die dem späteren Fabrikationsbetrieb möglichst nahe kommt, und dass dabei Proben hergestellt werden können, die dem später im Grossen zu erzeugenden Fabrikat direct gleichen.

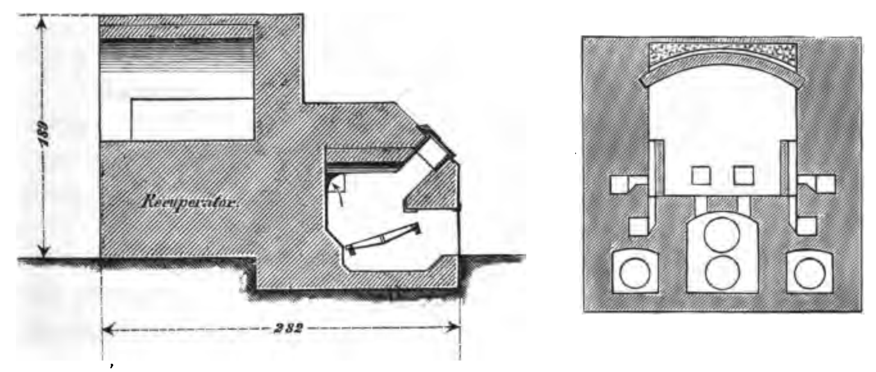
Vor allem ist hierbei aber von grösstem Interesse, die Versuche möglichst mit den Brennmaterialien selbst durchzuführen, die für den späteren Betrieb in Betracht kommen sollen.

Hierzu gehört ein geeigneter Brennapparat, dessen ganze Handhabung sich ohne weiteres auf die Verhältnisse im Grossen übertragen lässt und in seiner Betriebsweise grundlegend für die spätere Handhabung des Brennprocesses sein soll. Mit diesem Brennapparat müssen Probefabrikate in genügender Menge in kürzester Frist zu erzeugen sein, um auch bei Einführung neuer

Artikel oder bei beabsichtigten Änderungen in der Fabrikationsweise bestehender Betriebe schnell und präcis die nötige Basis zu schaffen, ferner auch bei der Neuanlage von Öfen die Wahl eines passenden Systemes zu erleichtern.

Ich selbst stand vor längerer Zeit vor dieser Notwendigkeit, als es sich für mich darum handelte, in einem bedeutenden Werke, das sich bislang nur mit der Fabrikation gelber Verblendsteine befasst hatte, neben diesen noch die Herstellung feuerfester Producte und glasierter Verblendsteine einzuführen und möglichst in kurzer Zeit alle Grundlagen zu schaffen, um auch in kürzester Frist schon grössere Aufträge mit Sicherheit durchführen zu können.

Die auf dem Werke vorhandenen continuierlichen Gasöfen mit mehrwöchentlichem Umbrand liessen es als ausgeschlossen erscheinen, den einen Teil dieser Bedingungen in kurzer Zeit, den andern Teil, soweit er die glasierten Waren betraf, überhaupt in genügender Weise zu lösen, und war ich deshalh gezwungen, mir eine kleine Universalanlage zu schaffen.



Versuchsgasofen System Loeser. Typ. 2. u. 3.

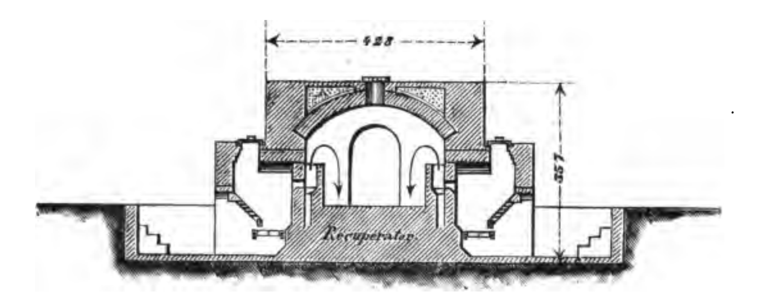
Ich will zunächst an der Hand der vorstehenden Zeichnungen kurz das Wesen meines Versuchsofens erklären und dann über die Erfahrungen, die ich mit diesem Apparat im Verlauf von 36 Versuchsbränden gemacht habe, berichten.

Wenn man den Querschnitt des Brennraumes betrachtet, so findet man, dass derselbe vollkommen den Typus eines normal construierten Ofens mit beiderseitig überschlagender Flamme hat, bei dem sich die Feuerabzüge in der Sohle befinden.

Hinter die Feuerbrücken wird durch geeignete Kanäle Generatorgas geleitet, das in einem hierzu an der Rückwand befindlichen Generator oder Gaserzeuger aus rohen Brennstoffen beliebiger Art erzeugt wird.

Ebenfalls hinter den Feuerbrücken tritt zu dem Gas hocherhitzte Luft, entzündet dasselbe, und die breite, schleierartige Flamme schlägt langsam über den ganzen Brennraum, um durch die Sohlenabzüge in ein Kanalsystem zu gelangen, wo das entweichende Feuer Rohre umspült, durch die in entgegengesetzter Richtung die secundäre Verbrennungsluft streicht und sich hoch erhitzt.

Diese Erhitzung und dementsprechend die Abgabe von überschüssiger Wärme an die Verbrennungsluft ist eine so intensive, dass spielend leicht die höchsten Temperaturen für alle Zwecke der Thonwarenindustrie erreicht werden.



Versuchsgasofen. System Loeser. Typ. 4.

Dies ist indessen nur dadurch möglich, dass das Querschnittsverhältnis der äusserst einfach construierten Recuperatorluft- und Feuerwege glücklich getroffen ist und vor allem eben durch die Einfachheit dieser Construction eine unbedingte Betriebssicherheit ermöglicht wird.

Der erste Brand in diesem Ofen wurde zur Herstellung von Chamottesteinen durchgeführt, und gelang es in ca. 12 Stunden Segerkegel „8“ nieder zu schmelzen. Die Steine im Normalformat — allerdings in gut vorgetrocknetem Zustande eingesetzt — waren klangrein und durch Flugasche nicht beschädigt. Gefeuert wurde mit einer verhältnismässig nicht sehr gasreichen böhmischen Kohle.

Der zweite Brand diente zur Herstellung von Verblender-Façonsteinen aus feuerfestem Thon und wurde nach längerem Schmauchen in der Zeit von früh 6 Uhr bis früh $^1/_2$ 4 Uhr in vorsichtigster

Weise Segerkegel „7“ heruntergebrannt. Die Steine von ungefähr 3—4facher Grösse eines Normalformatsteines waren aus einem im Feuer überaus empfindlichen Material hergestellt.

Es folgen jetzt Brand 3—6, welche wesentlich neue Gesichtspunkte nicht bieten.

Bei Brand No. 7 wurde ein gut feuerfester Thon in Schollen einer Temperatur weit über dem Sinterungspunkte des Materials ausgesetzt, und mit Rücksicht auf die Empfindlichkeit des sehr fetten Materials langsam in ca. 20 Stunden das Feuer bis zum Abschmelzen von Segerkegel „12“ getrieben. Die gebrannten Schollen waren aschefrei und repräsentierten demgemäss einen erstklassigen Chamotte.

Brand 8 zur Erzeugung von Pflasterplatten bietet nichts wesentlich Neues ausser den schon erwähnten Vorteilen.

Brand 9 wurde mit zum ersten Mal eingesetzter Muffel durchgeführt zur Herstellung braun glasierter Verblender bei Segerkegel „08“. Die Brennzeit war ca. 12 Stunden. Die Glasuren waren tadellos gleichmässig und trotz einer ganz kurzen Abkühlungszeit haarrissefrei.

Bei Brand 10, 11, und 12 wurden glasierte Verblender in allen gangbaren Farben mit demselben günstigen Resultat erzeugt.

Brand 13 und 14 bezweckten nach herausgenommener Muffel wieder die Erzeugung reiner Chamotteschollen aus feuerfesten Thonen zwecks Vorbereitung von hochbasischen Qualitätsmarken. Neben den alten schon genannten Resultaten — aschefreie Ware — ist bei Brand 14 besonders zu bemerken, dass Kegel „12“ nach ca. 6 stündigem Feuern niedergeschmolzen war, ein Erfolg, der durch eine gasreiche böhmische Braunkohle und die inzwischen erlangte Routine des Brenners zu erklären ist. Der eingesetzte Thon war natürlich scharf vorgetrocknet und ca. 6 Stunden geschmaucht.

Bei Brand 15 und 16 handelte es sich um rote Verblendsteine aus einem im Feuer sehr empfindlichen Material. Abgesehen von einer reinen, aschefreien Brennfarbe ist zu bemerken, dass der Brenner die hierbei in Betracht kommende niedere Temperatur von Kegel „06“ bei Brand 15 in ca. 6 Stunden erzeugte, was diese Steine nicht vertrugen und infolge dessen an den Feuerbrücken zu scharf wurden, und wurde deshalb bei Brand 16 die Temperatur in vorsichtiger Weise in ca. 10 Stunden erst auf Kegel „07“ getrieben.

Dies ist um so interessanter, als bei dem robuster zu behandelnden, feuerfesten Material der vorhergehenden Brände die

hohe Temperatur von Segerkegel „12“ in ebenfalls ca. 6 Stunden erreicht wurde.

Ich will aus der nun folgenden Reihe von Versuchsbränden nur noch einige characteristische hervorheben.

Vor allem Brand 17 und 18 bieten insofern ein wesentlich neues Resultat, als bei diesem Brande eilig zu liefernde Proben von Chamotteformsteinen und zwar Cylinder und Wannen von ca. 80-90mm. grösster Wandstärke und einem Gewicht von etwa 40 kg., also entsprechend ungefähr 10 Normalsteinen gebrannt wurden und zwar aus einer sehr fetten, also empfindlichen Masse.

Der ganze Versuch einschliesslich Schmauchen, Brennen und Kühlen bis zum Ausnehmen dauerte — trotz der erreichten Temperatur von Kegel „12“ — ca. 48 Stunden. Obgleich ich selbst gezweifelt hatte, bei der Grösse der Steine ein gutes Resultat zu erhalten, waren doch wider Erwarten alle Stücke rissefrei und sonst tadellos, so dass ich bei dem zweiten Versuchsbrand mit gleichem Fabrikat die Brennzeit noch verringerte und zwar mit demselben Erfolg.

Es folgen nun noch eine Reihe ähnlicher Brände, dann wieder eine ganze Reihe von Glasurbränden bei eingesetzter Muffel zur Erzeugung weisser Glasuren mit durchweg gutem Erfolg, bis ich aus bestimmten Gründen bei Brand 27, 28 und 29 -- unterbrochen durch einen Glasurbrand— ferner bei Brand 31—35 Veranlassung hatte, durch eine Reihe von Chamottebränden nicht nur die Leistungsfähigkeit des Rekuperators durch andauernd scharfe Be-

---

Ich habe nun nach demselben Princip einen grösseren Typus meines Ofensystems geschaffen, der zur Durchführung von Versuchen diente, die zur Erzeugung eines aschefreien Portlandcementes aufgestellt wurden und zwar mit der Grundbedingung, dass nur einheimische Braunkohlen bezüglich Braunkohlenbriketts dabei Verwendung finden sollten. Es sei von diesen nicht in den Rahmen dieses Werkchens gehörigen Versuchen nur kurz erwähnt, dass es auch mit dem ersten grossen Ofen spielend gelang, mit Braunkohlen und Braunkohlenbriketts die hohe Garbrandtemperatur des Cementes zu erreichen (ca. Segerkegel „20“), so dass mein Ofen sich als billig und exact arbeitende Anlage auf Grund der Versuche im Kleinen nun auch in Ausführungen bis zu 80 cbm Rauminhalt im Grossbetrieb der Ziegelei- und Thonwarenindustrie bewährt. Ich komme auf das Eigenartige dieser Construction, welche die Vorteile der gewöhnlichen intermittierenden Oefen mit denen der continuierlichen Gasöfen vereint, an anderer Stelle bei Besprechung der characteristischen und modernen Typen unserer keramischen Oefen noch eingehend zurück.

anspruchung aufs Höchste zu treiben, sondern auch die Frage zu klären, ob auch wesentlich höhere Temperaturen — d. h. die höchsten, die für uns in Betracht kommen — mit Brennmaterialien erreicht werden können, die in ihrem Heizeffekt weit unter dem Wert einer mittleren Steinkohle liegen.

Es handelte sich um Vergleiche zwischen böhmischen Braunkohlen und einheimischen Braunkohlen bezüglich Braunkohlenbriketts.

Der Erfolg war überraschend gut.

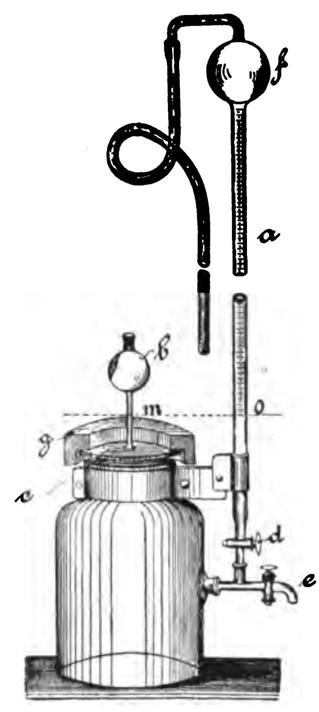
Es gelang, mit verschiedenen Brikettsorten in verhältnismässig kurzer Zeit die Temperatur bis Segerkegel „20" zu treiben, und unterliegt es keinem Zweifel, dass es mit Leichtigkeit möglich ist, noch höher in der Temperatur zu gehen, wobei ich indessen die Bemerkung nicht unterlassen will, dass bereits bei Segerkegel „26" die unteren feuerfesten Thone zu schmelzen beginnen.

Die Schwindung, welche die Proben im Feuer erleiden, ist teils von dem Charakter des Materials selbst, teils von der Höhe der Brenntemperatur abhängig und geht meistens Hand in Hand mit einem Dichterwerden des Scherbens bis zur vollständigen Sinterung, d. h. bis zu dem Zustande, wo der Scherben vollkommen seine Porosität verloren hat und nicht mehr in der Lage ist, Wasser aufzusaugen; doch kann es auch sehr wohl der Fall sein, dass zwar anfänglich eine Volumenverminderung bis zu einem bestimmten Grade eintritt und gleichzeitig ein Dichterwerden des Scherbens bis zu einem Punkte, wo sich dann eine Volumenvergrösserung bemerkbar macht, die gleichzeitig zu einer Erhöhung der Porosität Veranlassung wird, bis endlich bei weiter gesteigerter Temperatur wieder ein stärkeres Schwinden und Dichterwerden bis zur vollständigen Sinterung eintreten kann.

Dieses anscheinend ganz unregelmässig verlaufende Bild findet seine Erklärung in der Anwesenheit von viel Sand und Quarz, der im Feuer sein Volumen vergrössert und dadurch dem Sinterungsbestreben der thonigen Bestandteile zeitweilig entgegenwirkt. Da diese Erscheinung von grossem Einfluss auf die Festigkeit des zu brennenden Produktes werden kann, so sind hier die mit doppelter Sorgfalt durchzuführenden Brennversuche von grösster Wichtigkeit, daneben aber die Bestimmung der Feuerschwindung bezl. Feuerausdehnung und die Prüfung auf Dichte bezl. Porosität durch Bestimmung der Wasseraufnahmefähigkeit.

Zu diesem Zwecke werden die gebrannten genau gewogenen Probesteinchen eine Stunde lang in Wasser gekocht, nach dem Erkalten oberflächlich abgetrocknet und wieder gewogen. Die Gewichtszunahme ist dann durch das aufgenommene Wasser bedingt.

Man bezeichnet im allgemeinen einen Thon als „dichtgebrannt“, wenn der Scherben nicht mehr als zwei Procent Wasser aufsaugt.



Seger-Volumenometer.

Ausser der Bestimmung der Dichtigkeit durch die Fähigkeit Wasser aufzunehmen, empfiehlt es sich, das Porositätsvolumen zu ermitteln. Hierzu ist von Seger ein Apparat zusammengestellt worden, der als Seger-Volumenometer in den Handel kommt.

Der Apparat, welcher zur genauen Ermittelung des Volumens beliebig geformter Körper dient, besteht aus einer weithalsigen Flasche, welche seitlich zwei Tubus besitzt. Der untere trägt einen gewöhnlichen Hahn zum Ablassen von Flüssigkeit, der obere eine Bürette a, welche ca. 100 ccm fasst und oben zu einer Kugel erweitert ist. Der Bürettenhahn ermöglicht es, die Flasche von der geteilten Röhre abzuschliessen. In den Stopfen c der Flasche ist ein dünnes Rohr b, welches sich nach oben ebenfalls in eine Kugel erweitert, eingesetzt. Um den Apparat zum Gebrauche vorzubereiten, wird die Flasche mit Flüssigkeit (Wasser, Terpentinöl, Alkohol etc.) gefüllt und der Stöpsel locker, aber gutschliessend aufgesetzt. Durch das Rohr b im Deckel füllt man soviel Flüssigkeit nach, bis der Spiegel der Flüssigkeit in der Bürette über O steht. Jetzt lässt man aus dem unteren Hahn Flüssigkeit austropfen, bis der Spiegel der Flüssigkeit in der Bürette a auf O steht, und markiert dann den Flüssigkeitsspiegel im Stöpselrohr b durch Ankleben eines Stückchen Papieres oder durch einen Strich mit Eisenlack. Der Apparat muss immer auf demselben Platze stehen bleiben. Wird er auf einen anderen Platz gestellt, so hat man sich davon zu überzeugen, dass der Nullpunkt und die Marke am Stöpselrohr b, welche mit M be-

zeichnet sei, in einer Ebene liegen. Ist dies nicht der Fall, so ist die Marke M in der Weise, wie schon angegeben, zu ändern und dem Standorte anzupassen.

Ist sie richtig festgestellt, so überzeugt man sich, dass sich im Innern der Flasche keine Luftblasen festgesetzt haben. Diese sind am besten durch schwaches Hin- und Herneigen der Flasche durch das Stöpselrohr b zu entfernen.

Um das Volumen eines Körpers zu bestimmen, legt man denselben in die gleiche Flüssigkeit, wie die im Apparat befindliche, bis sich der Körper oberflächlich vollgezogen hat, was etwa 50—100 Minuten dauert. Während dessen saugt man mit einem Gummischlauche, der an der oberen Kugel der Bürette befestigt ist, die Flüssigkeit hoch, bis sie etwa $^3/_4$ der Kugel füllt, und lässt dieselbe dann wieder auslaufen, worauf man zusieht, ob der Flüssigkeitsspiegel innerhalb 10 Minuten bis zum Nullpunkte und zur Marke M zurückfliesst. Ist dies nicht der Fall, so ist durch das Stöpselrohr b soviel Flüssigkeit nachzugeben, bis sie die Null- und M-Marke erreicht. Das nicht völlig genaue Einstellen der Marke beim Beginn des Versuchs ist darauf zurückzuführen, dass in der Bürette eine geringe Menge von Flüssigkeit an den Wandungen haften gleibt. Dieselbe ist erfahrungsgemäss stets gleich gross, wenn die Vorsicht gebraucht wird, die Ablesung erst 10 Minuten nach dem Anlassen der Flüssigkeit vorzunehmen. Man überzeugt sich hiervon am leichtesten dadurch, dass man die Bürette b durch Ansaugen nochmals $^3/_4$ füllt und die Flüssigkeit wieder ablaufen lässt. Alsdann muss nach 10 Minuten dieselbe wieder auf O einstehen. Nach dieser Vorbereitung kann das Volumen bestimmt werden. Zu dem Zwecke zieht man mittels des Schlauches die Flüssigkeit wieder bis zur $^3/_4$-Füllung der Kugel hoch und schliesst sodann den Bürettenhahn. In der Flasche ist nun ein hohler Raum entstanden, der ebenso gross ist, wie der, den die Flüssigkeit in der Kugel der Bürette einnimmt. Der Stöpsel der Flasche wird nun entfernt und der gut abgetrocknete Versuchskörper sorgfältig in die Flasche gebracht, wobei man das Ausspritzen von Flüssigkeit möglichst vermeidet. Sodann wird der Stöpsel wieder locker, aber gut schliessend eingesetzt. Nun öffnet man vorsichtig den Bürettenhahn und lässt soviel Wasser aus der Bürette a ausfliessen, bis der Spiegel im Stöpselrohr b bis zur Marke M reicht. Nach 10 Minuten liest man an der Bürette a die Anzahl der ccm ab, die der Körper einnimmt. Aus dem Volumen und dem Ge-

wichte des Körpers lässt sich das Volumengewicht bestimmen. Ist V das Volumen des Körpers, und G das Gewicht desselben, so ist das Volumengewicht d. h. das Gewicht, das 1 ccm dieses Körpers wiegt $\frac{G}{V}$.

Zur Bestimmung des wirklichen spec. Gewichtes, d. i. der Wassermenge welche von 1 ccm des Steines verdrängt wird, ist festzustellen:

1. das Gewicht G des trockenen Körpers;
2. das Gewicht Z, um welches der Körper beim Sättigen mit Wasser zunimmt. Um dies zu ermitteln, ist es nötig, den Körper mehrere Stunden völlig mit Wasser bedeckt zu kochen und ihn im Wasser abkühlen zu lassen, worauf man ihn gut abtrocknet und sein Gewicht bestimmt. Der mit Wasser getränkte Körper wird dann nochmals gekocht und in der gleichen Weise behandelt. Hat keine Gewichtszunahme mehr stattgefunden, so ist der Körper mit Wasser gesättigt und die Wasserzunahme massgebend;
3. in der angegebenen Weise das Volumen V, bestimmt an dem mit Wasser gesättigten Körper.

Das spec. Gewicht ist dann $\frac{G}{V,Z}$.

Dem Gewichte nach kann der Versuchskörper $\frac{100\,Z}{G}$ % Wasser aufnehmen, dem Volumen nach $\frac{Z.\,100}{V}$ %.

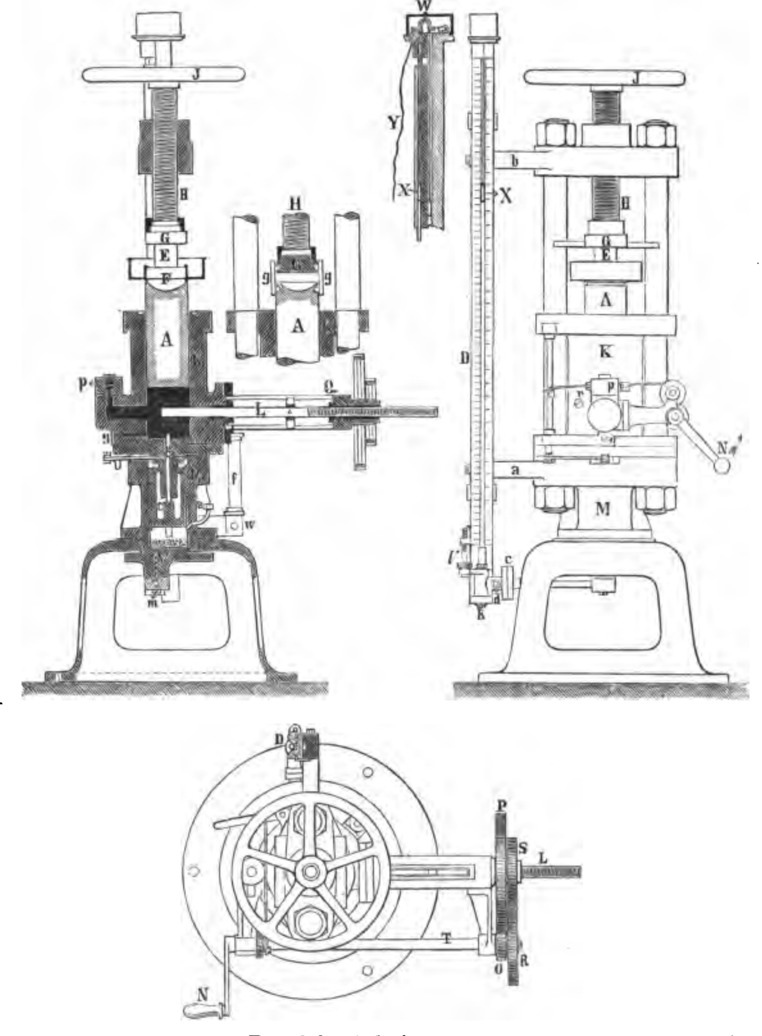
Schliesslich werden die zu untersuchenden Thone oder vielmehr die aus dem Thon hergestellten und erbrannten Steine noch auf Druckfestigkeit geprüft. Dieses geschieht im chemischen Laboratorium für Thonindustrie, Prof. Dr. H. Seger & E. Cramer, Berlin N. W. 5, Kruppstrasse 6 und im Speziallaboratorium für die Thon- und Chamotte-Industrie von Dr. M. Stoermer, Berlin SW. 68 in der Regel an Würfeln von 50 mm Kantenlänge, bei denen die Druckflächen mit einer Cementmörtelschicht abgeglättet sind.

Das Zerdrücken erfolgt mit der Drückfestigkeitsmaschine von Amsler-Laffon & Sohn in Schaffhausen, wie sie zur Prüfung von Cementkörpern benutzt werden.

Die Maschine ist eine hydraulische Presse, deren Flüssigkeitsdruck durch ein System von Kolben so weit reduziert wird, dass

er mit dem Gegendrucke einer Quecksilbersäule von bequemer Höhe gemessen werden kann.

In der beigedruckten Figur ist A der Druckkolben, B und C sind die Kolben, welche zur Reduktion des Drucks, der unter



Druckfestigkeitsapparat.
von J. Amsler-Laffon & Sohn.

dem Kolben A herrscht, dienen. D ist das Quecksilbermanometer, dessen wesentlicher Teil eine oben offene Glasröhre ist, welche unten in Kommunikation mit dem Raum unter dem Kolben C

steht. Der Probekörper E liegt zwischen den beiden Druckplatten F und G, von denen die erstere mit einer Kugelfläche auf dem Druckkolben A aufliegt und sich von selbst einstellen kann; die obere Platte G hängt am unteren Ende der Schraube H und kann mittels des Handrades J in passende Höhe gebracht werden.

Der Cylinder K, in welchem sich der Kolben A bewegt, ist mit Ricinusöl gefüllt. Wenn man die Stange L in den Cylinder K hineinpresst, so wird ein Druck auf die Flüssigkeit ausgeübt, wodurch der Kolben A gehoben und der dünne Kolben B abwärts getrieben wird.

Der Kolben B drückt auf den grösseren Kolben C, und dieser wiederum übt einen Druck aus auf die darunter liegende Flüssigkeit. Diese besteht zunächst unterhalb des Kolbens aus einer Schicht Oel, welches nur den Zweck hat, den Kolben zu dichten; als Oel verwendet man dünnflüssiges, nicht harzendes Maschinenöl. Unter dem Oel befindet sich Quecksilber, welches den unteren Teil des Cylinders M und die nach dem Glasrohr des Manometers führende Rohrleitung ausfüllt.

In Folge des Druckes, welchen der Kolben C auf die unter ihm befindliche Flüssigkeit ausübt, steigt das Quecksilber im Glasrohr, bis es jenem Druck das Gleichgewicht hält. An der Skala rechts neben dem Glasrohr wird der Totaldruck in Tonnen (1 t = 1000 kg) abgelesen, welchen der Kolben A ausübt; an der Skala links wird der Druck in Kilogramm abgelesen, welcher auf einen Quadratcentimeter der Grundfläche eines Normalprobekörpers ausgeübt wird. Als solcher wird ein Würfel von 50 cm^2 Grundfläche angenommen, wenn bei der Bestellung der Maschine nicht ausdrücklich ein anderer Normalkörper angegeben wird. Dem Maximaldruck von 30000 kg auf Kolben A entspricht eine Höhe der Quecksilbersäule von ca. 150 cm.

Zur Fixierung des Druckes, bei welchem der Probekörper bricht, dient folgende Schwimmervorrichtung, welche vor Inbetriebsetzung der Maschine erst eingestellt werden muss:

An einem Faden, der über eine kleine Rolle W gelegt ist, hängt im Glasrohr ein Stahlklötzchen X, das durch ein etwas leichteres Gegengewicht fast ausbalanciert ist. Das Stahlklötzchen X fällt langsam auf die Quecksilbersäule herunter, wenn man an der Schnur Y zieht, welche die Arretierung der Rolle W auslöst. Steigt die Quecksilbersäule, so wird der Schwimmer X gehoben;

sinkt das Quecksilber wieder, so bleibt X stehen und zeigt so den Maximaldruck an, welcher bei dem Versuch ausgeübt wurde. Die Rolle, über welche der Schwimmerfaden gelegt ist, muss sich sehr leicht drehen, was erreicht wird, wenn ihre Axe zwischen den Spitzen etwas Spiel hat. Bevor man den Schwimmer X ins Glasrohr hängt, soll man ihn sorgfältig von Fett und Oel reinigen, weil er sonst an der Wand des Glasrohrs oder am Quecksilber hängen bleiben könnte.

Zur Erzeugung des Druckes unter dem Kolben A wird, wie bereits erwähnt, die Stange L in den Cylinder K hineingepresst, was dadurch geschieht, dass man die Kurbel N in der Richtung des Pfeiles dreht. Dabei wirkt das kleine Zahnrad O auf das grössere Zahnrad P, welches auf die Schraubenmutter Q aufgekeilt ist. Das Zahnrad R dreht sich dabei lose auf der Welle T, so dass das Räderpaar RS nun keine Rolle spielt. Die Stange L lässt sich blos schieben, nicht drehen. Wenn sich daher die Mutter Q dreht, so bewegt sich die Stange L in der Längsrichtung. Dreht man die Kurbel N in entgegengesetztem Sinne des Pfeiles, so wird durch einen automatisch wirkenden Kippkeil das Rad O ausgelöst und statt dessen das Rad R auf der Welle T fest, so dass nun das rascher wirkende Räderpaar RS in Funktion kommt, während das Räderpaar OP ausser Wirkung tritt. Durch diese Einrichtung ist ein langsames, kräftiges Vorschieben der Stange L und ein rasches Zurückziehen beim Leergang erreicht. Selbstverständlich müssen sowohl der Kippkeil als die Druckfläche der Schraubenmutter Q stets gut geschmiert sein, um ein tadelloses Funktionieren zu ermöglichen. Widersteht der Probekörper dem Druck der Presse, ohne zu zerbrechen, oder will man den Probekörper aus einem anderen Grund entlasten, so schraubt man die Messingpumpe f in die Oeffnung oberhalb des Hahnes p und öffnet diesen während eines Augenblicks, worauf der Druck im Cylinder K sofort verschwindet. (Steht die Presse unter hohem Druck, so wäre man nicht im Stande, die Kurbel N rückwärts zu drehen).

Sollen die Angaben des Manometers genau sein, so müssen die Kolben A, B, C reibungslos spielen. Diese Forderung wird bei der Maschine dadurch in hohem Mass erfüllt, dass die drei Kolben A, B, C zwar leicht spielen, aber so genau gearbeitet sind, dass keine Lederdichtung oder dergleichen erforderlich ist (wie bei anderen hydraulischen Pressen), um starken Flüssigkeits-

verlust zu verhindern. Es ist natürlich nicht zu vermeiden, dass allmählich etwas Oel zwischen Kolben und Cylinderwand durchdringt, das Quantum ist aber so klein, dass man erst nach wochenlanger Benutzung der Maschine die Füllung der Cylinder ergänzen muss. Die Reibung der Kolben B und C wird noch ferner dadurch reduziert, dass diese beim Arbeiten der Maschine selbstthätig in beständig oscillierender Bewegung erhalten werden. Die Bewegung wird durch den Hebel U vermittelt, der bei seiner Bewegung den Kolben C mitnimmt. Letzterer dreht dann das Kölbchen B. Der Hebel U wird von der Kurbel N aus durch einen Gelenkmechanismus in Bewegung gesetzt. Die Skala des Quecksilbermanometers ist mittels der Mikrometerschraube V vertikal verstellbar, so dass man vor Beginn der Arbeit den Nullpunkt der Skala genau auf gleiche Höhe mit der Quecksilberkuppe einstellen kann. Beim Einstellen soll der Hebel U leicht hin- und herbewegt werden.

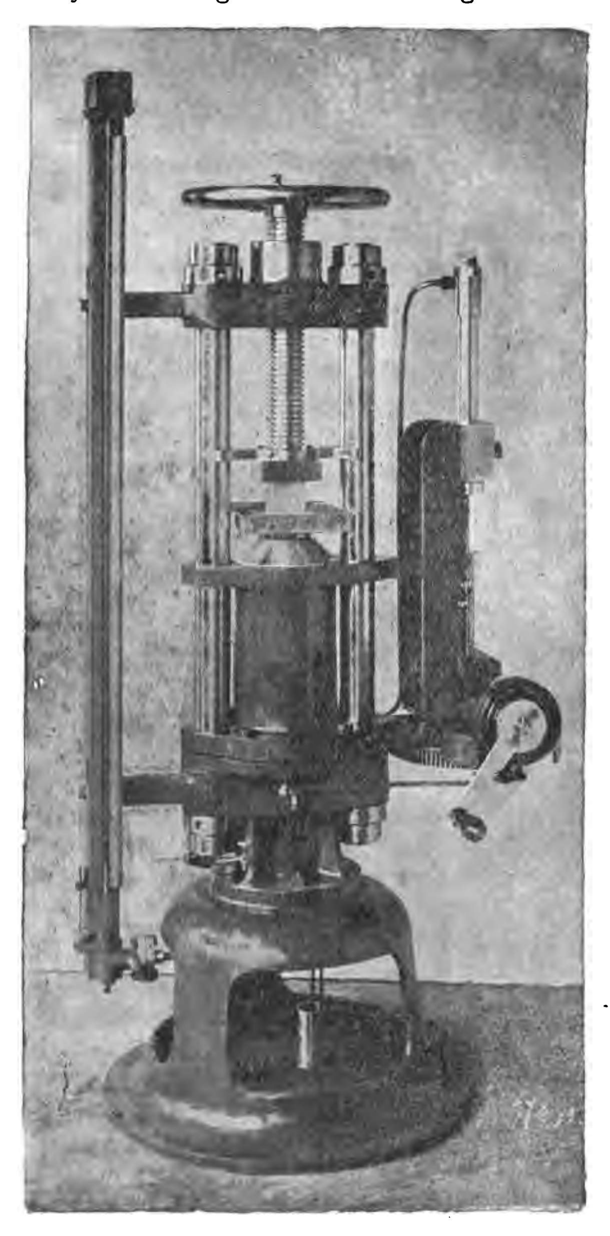
Da die Angaben des Manometers nur von der Grösse der Kolbendurchmesser und vom spezifischen Gewicht des Qecksilbers, also von lauter unveränderlichen Grössen abhängen, so kann man sicher sein, dass die Maschine richtige Resultate giebt, so lange die Kolben richtig, d. h. reibungslos, spielen, was man an der Gleichmässigkeit des Steigens der Quecksilbersäule bei gleichmässig zunehmendem Druck erkennt. Eine Kontrollwage ist daher durchaus entbehrlich.

Die Grössen, von welchen die Steighöhe h des Quecksilbers bei n Tonnen Druck auf Kolben A abhängt, sind: Die Querschnittsflächen der Kolben A, B, C, des Quecksilberraumes im Cylinder M und der Quecksilbersäule im Glasrohr; ferner das spezifische Gewicht des Quecksilbers, welches gleich 13,6 ist.

$$h = n \times 1000 \times \frac{1000}{13,6} \times \frac{B}{AB} \left(1 - \frac{D}{M}\right) = n \times x \text{ cm.}$$

Die vorstehend beschriebene Maschine hat neuerdings einige Verbesserungen erfahren, die unter principieller Beibehaltung der oben gegebenen Details den Zweck verfolgen, die Handhabung des Apparates zu erleichtern. Geändert ist in erster Linie die Antriebsvorrichtung, welche, wie wir gesehen haben, vorher derartig construiert war, dass durch Drehen der Kurbel ein langsames Ansteigen der Last erzielt wurde, und dass beim Rückwärtsgange mit Hilfe eines sogenannten Kippkeiles eine

Umschaltung erfolgte, so dass der Rückgang schneller von statten ging. Der Kippkeil hatte mancherlei Übelstände im Gefolge und ist deshalb jetzt beseitigt. Die früher wagerecht angeordnete Pumpenvorrichtung steht jetzt senkrecht. Ausserdem ist die Maschine erhöht worden, so dass auch Mörtel-Pfeiler und -Stäbe zur Prüfung kommen können. Ich lasse hier die Abbildung der Maschine in dieser neuen Anordnung folgen.



Die Kaoline, die Schieferthone, die plastischen Thone.

Wir beginnen nun mit der Betrachtung jener Thonmaterialien, welche durch ihre Eigenschaften zur Herstellung der edelsten Produkte der Thonindustrie, des Porzellans, Verwendung finden. Es sind dies die Kaoline, Thone, welche zu den thonerdereichsten und am schwersten schmelzbaren Materialien der Thonindustrie gehören. Aus der Verwitterung leicht schmelzender Feldspathe, welche im unverwitterten Zustande häufig als Flussmittel dienen, hervorgegangen, haben Wasser und Kohlensäure dieses Mineral im Laufe langer Zeiträume zersetzt. Durch chemische und mechanische Prozesse ist eine fortwährende Anreicherung der Thonerde bewirkt worden, bis endlich der reinste Thon, den wir kennen, entstand.

Die Feldspathe, diese isomorphen Silikate von Thonerde und Alkali oder Thonerde und Kalk, sind bekanntlich entweder Kalifeldspath (Orthoklas $K_2 O Al_2 O_3 6 Si O_2$) oder Natronfeldspath (Albit $Na_2OAl_2O_36SiO_2$) oder Kalkfeldspath(Anorthit $CaOAl_2O_36 SiO_2$) oder endlich isomorphe Mischungen der beiden letzten Arten untereinander (Oligoklas, Plagioklas, Andesin und Labrador). Ich habe schon früher eingehend erörtert, wie wir uns den Zersetzungsprozess der feldspathigen Gesteine, besonders der kalifeldspathhaltigen, wie Granit und Porphyr, schematisch zu denken haben, wie durch Auslaugen die Alkalien, ferner wie durch andere Mittel der Kalk, die Magnesia und das Eisen grösstenteils und teilweise auch die SiO_2 dem Zersetzungsprodukt entzogen wurden, bis ein Produkt resultiert, das in der Hauptsache kieselsaures Thonerdehydrat, die Thonsubstanz, enthält, und oft noch auf dem mehr- oder weniger erhaltenen Ursprungsgestein aufgelagert, sich also noch auf der ursprünglichen primären Bildungsstätte, befindet und nicht selten das Urgestein erkennen lässt. So ist bei dem aus Granit entstandenem Kaolin auf der Insel Bornholm der Habitus des Muttergesteins noch auf das deutlichste wahrzunehmen, ebenso finden sich bei dem Granit des böhmischen Massivs am Südrande gegen die Donau zu an vielen Stellen ganz frischer

Granit neben halb verwittertem. Bei Trotha in der Nähe von Halle sind die oberen Partieen des roten Porphyrs in eine weisse feststehende aber zerreibliche Masse zersetzt, welche offenbar die Porphyrstruktur mit den eingelagerten Quarz- und Feldspathkrystallen erkennen lässt. Ebenso augenscheinlich lässt sich der Uebergang des Porphyrs in Kaolin bei Muldenstein zwischen Bitterfeld und Jessnitz verfolgen. Aehnlich ist es bei dem Rochlitzer Quarzporphyr in der Gegend zwischen Mügeln und Leisnig in Sachsen. Auch kann man bei dem aus Granit entstandenen Kaolin bei Limoges in Frankreich den Uebergang des Verwitterungsproduktes in das unverwitterte Gestein erkennen.

Unter den verschiedenen Arten des Feldspathes hält sich der Orthoklas am witterungsbeständigsten und erscheint daher der norwegische Granit, welcher meist Orthoklas enthält, am wenigsten verwittert, womit das dortige seltene Vorkommen von Kaolin in Zusammenhang zu bringen ist. Dass es an Muttergestein für die Kaolinbildung nicht gefehlt hat und nicht fehlt, können wir daraus entnehmen, dass Granit und Gneis, welche gegen drei Viertel der bekannten Erdrinde ausmachen sollen, gegen 50—60% Feldspath enthalten, also eine unendliche Vorratskammer für jetzige und künftige Kaolinlager.

Ein Rohkaolin giebt sich gewöhnlich sofort durch die Einmengung zahlreicher Quarzkörner, wohl auch gröberer unzersetzter Feldspathfragmente und sichtbarer Glimmerschuppen, sowie durch die eigentümliche Beschaffenheit des thonigen Anteils zu erkennen.

Das Schlämmprodukt — natürliches oder künstliches — ist von weisser, graugelblich oder rötlichweisser Farbe, teils krümelich oder erdig staubig, selten hart, fühlt sich trocken an und ist wenig plastisch, haftet stark an der Zunge und saugt Wasser gierig ein. Charakteristisch ist für die Porzellanerde ihre kurze Beschaffenheit; sie erweist sich als verhältnismässig locker und wenig plastisch. Das geringe Volumengewicht des Kaolins uud die dadurch bedingte Porosität bei schwächerem Brande, wie auch teilweise dessen starkes Schwinden ist der grossen Feinheit des Kaolinkorns zuzuschreiben. Mit dem Fingernagel gerieben nimmt er gewöhnlich keinen Glanz an.

Natürlich sind die reinsten Kaoline die auf primärer Lagerstätte vorkommenden, weil sie sowohl von kristallinischem, daher

reinerem Gesteine stammen, als auch gemäss ihrer Bildungsweise von aussen her derbe Verunreinigungen als völlig fremdartige Stoffe nicht aufgenommen haben.

Wurden die Kaoline durch Flutungen von ihrer ursprünglichen Bildungsstätte fortgeführt, so entstanden bei Wiederablagerung aus dem Schlämmwasser die sedimentären, aufgeschwämmten oder secundären Kaoline, im Gegensatz zu den primären.

Wenn wir nun die Kaoline vom Standpunkt der Fabrikation betrachten und beurteilen, so spielen jene Gesteinstrümmer, die den Kaolin begleiten und die durch den Schlämmprozess, und wäre er auch noch so fein, nicht völlig zu beseitigen sind, eine sehr wichtige Rolle, und bedürfen deshalb einer ganz besonderen Berücksichtigung. Die den Kaolin begleitenden Mineralien sind, wie schon gesagt, vornehmlich Quarz und Feldspath oder feldspathähnliche Mineralien. Da man die beiden letzteren nicht durch die Analyse von einander trennen kann, so muss man sie kurzweg als Feldspath betrachten, eine Annahme, die allerdings geringe Fehler in sich birgt.

Wir nehmen also an, dass wir es neben dem Kaolin nur noch mit Quarz und Feldspath zu thun haben; dann ist es möglich, der Konstitution der Kaoline näher zu treten, und direkt aus der Analyse wertvolle Aufschlüsse über ihr Verhalten bei der Fabrikation und einen festen Anhalt für die Zusammensetzung der Massen bei wechselnden Rohmaterialien zu gewinnen. Wir wollen zunächst die chemischen Elementalanalysen einer Reihe von Kaolinen betrachten:

Kaolin von	Ledez	Kottiken	Tremosna	Zettlitz	Lettin	Kaschkau	Sennewitz	Masse der Königlichen Porzellan-Manufaktur
SiO_2	49,19	49,91	49.48	46,82	57,08	56,72	64,87	63,07
Al_2O_3	36,73	35,99	36,64	39,49	29,94	31,07	23,83	24,67
Fe_2O_3	0,81	0,63	0,66	1,09	0,65	0,59	0,83	0,59
CaO								
MgO	0,18	0,30	0,41	Spur	0,49	0,22	c,50	0,40
K_2O	1,18	0,75	1,60	1,40	2,26	0,51	1,39	4,25
H_2O	12,41	12,34	11,99	12,86	9,87	11,18	8,36	7,00

Diese Zahlen geben uns nun durchaus kein klares Bild von der Beschaffenheit jedes Kaolins und von den Eigenschaften, die man bei der Fabrikation von ihm erwarten darf. Wesentlich anders gestaltet sich das Bild aber, wenn man sich bemüht, die Zusammensetzung der wirklichen Thonsubstanz d. h. des Verwitterungsproduktes des Feldspathes zu ermitteln und zugleich die Natur der unverwitterten staubfreien Gemengteile der Kaoline zu ergründen.

Die Trennung dieser in ihren Eigenschaften verschiedenen Bestandteile der Kaoline geschieht auf dem Wege der rationellen Analyse durch Zerlegung der Thone mit H_2SO_4, wie schon früher besprochen. Auf diesem Wege gelingt es, die Thonsubstanz von den Mineraltrümmern zu trennen; in den letzteren bestimmten wir die in ihnen enthaltene Thonerde, bezw. die Summe von Thonerde und Eisenoxyd. Die nachstehende kleine Tabelle giebt bei den oben aufgeführten Kaolinen die in denselben enthaltenen Mengen unverwitterter Mineraltrümmer, sowie deren Zusammensetzung an:

Kaolin von	Ledez	Kottiken	Tremosna	Zettlitz	Lettin	Kaschkau	Sennewitz	Königl. Manufaktur
Gesamtmenge der Mineraltrümmer	11,74	12,59	9,71	3,45	25,91	21,49	36,22	45,08
Darin:								
SiO_2	9,05	10,65	7,91	3,04	23,28	21,29	35,98	38,03
Al_2O_3	1,70	1,21	1,09	0,21	1,73	0,11	0,14	4,15
Alkalien	0,99	0,73	0,71	0,20	0,90	0,09	0,10	2,84

Unter den bereits früher besprochenen Voraussetzungen, dass nur Quarz und Feldspath in diesem sandigen Rückstand enthalten sei, ist es thunlich, aus dem Thonerdegehalt mit Zuhilfenahme der chemischen Formel die Menge des Feldspaths zu berechnen. Wenn nun letzterer von dem Gesamtrückstande in Abzug gebracht wird, so giebt der Rest die Menge des in dem Kaolin befindlichen Quarzes. Man erhält so prozentual den Gehalt des Kaolins an Quarz, Feldspath und wirklicher Thonsubstanz. Die folgenden Tabellen geben uns den Gehalt der Kaoline an Thon, Quarz und Feldspath einerseits und die Zusammensetzung der in

ihnen enthaltenen Thonsubstanz andererseits in Prozenten an, wie sie in der oben besprochenen Weise ermittelt wurden.

Kaolin von	Ledez	Kottiken	Tremosna	Zettlitz	Lettin	Kaschkau	Senne-witz	Königl. Manu-faktur
Thonsubstanz . .	88,26	87,41	90,29	96,55	74,09	78,51	63,77	54,92
Quarz	3,08	6,40	4,08	2,30	17,21	20,90	35,50	23,52
Feldspath	8,66	6,19	5,63	1,15	8,70	0,59	0,73	21,56

Zusammensetzung der Thonsubstanz der untersuchten Kaoline:

$Si O_2$	45,86	44,76	45,98	45,36	45,63	45,00	45,30	45,46
$Al_2 O_3$	39,58	39,65	39,36	39,71	38,08	39,32	37,15	37,35
$Fe_2 O_3$	0,92	0,72	0,73	1,13	0,88	0,75	1,29	1,07
Mg O	0,20	0,34	0,45	—	0,66	0,28	0,78	0,73
Kali	0,21	0,02	0,99	1,24	1,84	0,53	2,02	2,57
Wasser	14,02	14,07	13,28	13,32	13,32	14,20	13,11	12,74

Nach dieser Zerlegung der durch die Gesamtanalyse gefundenen Zahlen gewinnt man einen recht klaren Einblick in die Zusammensetzung der Kaoline und kommt zu dem Resultate, dass, wie die letzte Tabelle zeigt, die Hauptmasse, welche dem ganzen seinen Charakter erteilt, bei allen nahezu dieselbe Zusammensetzung zeigt. Betrachtet man die aufgeführten Analysen näher, so sieht man ohne Weiteres, dass der Unterschied der verschiedenen Kaolinsorten nicht eigentlich in der Zusammensetzung der in ihnen enthaltenen Thonsubstanz liegt. Wenn man nun trotz dieser Uebereinstimmung in der chemischen Zusammensetzung der Thonsubstanz bei der praktischen Verwendung jener Kaoline ganz bedeutende Unterschiede in den Eigenschaften bemerkt, so liegt dies jedenfalls in erster Linie an der Art und der Menge der unzersetzten Mineraltrümmer, die in ihnen enthalten sind. Und in dieser Richtung sind allerdings, wie aus jenen Tabellen hervorgeht, ganz erhebliche Unterschiede vorhanden. Es zeigt sich, dass bei den untersuchten Kaolinerden der Gehalt schwankt:

an Thonsubstanz	von	63,77—96,55 %
„ Quarz	„	2,30—35,50 %
„ Feldspath	„	0,59— 8,70 %.

Die Unterschiede in dem Gehalt an jenen Körpern müssen technisch sehr wesentliche Verschiedenheiten in dem Verhalten jener Erden hervorbringen. In der Königlichen Porzellan-Manufaktur zu Berlin wird für gewöhnliche Porzellanmasse Kaolin von Sennewitz verarbeitet. Indem man diesen Kaolin als Grundlage nimmt, kommt man in der Praxis zu einer bestimmten Zusammensetzung der Masse, die den Anforderungen der Technik für die Bearbeitung derselben in ungebranntem Zustande, sowie für das Verhalten im Ofen entspricht. Wollte nun jemand empirisch in die gewöhnlich benutzte Porzellanmasse statt des Kaolins von Sennewitz z. B. den Kaolin von Lettin einführen und dabei auf ein analoges Verhalten der Masse rechnen, so würde er sicher fehlgehen, wie dies ohne Weiteres aus dem Ergebnis der Analyse sich ableitet:

	Sennewitz	Lettin
Thonsubstanz	63,77	74,09
Quarz	35,50	17,21
Feldspath	0,73	8,70.

In der Königlichen Manufaktur wird die Porzellanmasse aus 200 Teilen Kaolin von Sennewitz und 60 Teilen Feldspath zusammengestellt. Hieraus berechnet sich auf Grund der bekannten Analyse dieses Kaolins die Zusammensetzung der Masse:

Thonsubstanz	49,50 %
Quarz	27,31 %
Feldspath	23,64 %.

Würde man nun nach demselben Rezept statt des Kaolins von Sennewitz den Kaolin von Lettin in die Masse einführen, so würden sich für die Zusammensetzung des letzteren nach der bekannten Analyse dieses Kaolins folgende Zahlen ergeben:

Thonsubstanz	56,99 %
Quarz	13,24 %
Feldspath	29,77 %.

Eine solche Masse würde reicher an Thon und Feldspath und erheblich quarzärmer sein. Daraus müsste sich wohl eine grössere Plastizität bei der Bearbeitung aber eine grössere Schwindung und leichtere Schmelzbarkeit beim Brennen ergeben. Dieser Schluss stimmt mit praktisch gewonnenen Resultaten überein.

Wir wollen nun noch ein Beispiel betrachten, wo statt oder neben dem Feldspath dem Kaolin auch noch Quarz zugeführt werden muss. Der Kaolin von Zettlitz, der eine bedeutende Plastizität besitzt, und deshalb eine grössere Magerung verträgt, schwindet sehr und zeigt im Feuer eine grosse Lebendigkeit. Die Zahlen, die für den Kaolin von Zettlitz gefunden wurden,

Thonsubstanz	96,56%
Quarz	2,30%
Feldspath	1,15%,

geben diesen Eigenschaften einen präzisen Ausdruck.

Man kann aus ihnen, ohne mit dem Kaolin von Zettlitz jemals einen praktischen Versuch gemacht zu haben, seine Eigenschaften herauslesen. Wenn man diesem Kaolin nun Feldspath im Betrage von 50% zusetzte, so würde man sehr leicht flüssige Spathmassen von etwas gelblichem Ansehen erhalten, bei denen sich zugleich die unangenehmen Eigenschaften des Austretens, Ziehens und Windens im Feuer bemerkbar machen. Setzt man nun noch ebensoviel Quarz hinzu, als schon Feldspath in der Masse, so wird die letztere bedeutend ruhiger im Feuer, von bläulich weisser Farbe und viel besserem Durchschein sein.

Aus diesen wenigen Bemerkungen wird man erkennen, einen wie willkommenen wichtigen Anhalt die rationelle Analyse, nach Gesichtspunkten der Fabrikation angestellt, für die Kenntnis der Kaoline und der Zusammensetzung der Massen aus denselben gewähren kann. Sie giebt ein Mittel an, um das unsichere, empirische Tasten und eine Menge Fehlgriffe bei den praktischen Versuchen, sowie Störungen in der Fabrikation, die durch Wechsel des Rohmaterials hervorgerufen werden, zu vermeiden.

An die Kaoline schliessen sich hinsichtlich des Thonerdegehaltes diejenigen Materialien an, welche zur Herstellung von feuerfesten oder Chamottefabrikaten dienen. In Bezug auf die Reinheit oder den höchsten Gehalt an Thonsubstanz stehen in erster Reihe die sogenannten Schieferthone, welche natur-

gemäss zum Teil auch die höchste Feuerfestigkeit aufzuweisen haben. Ein besonderes Merkzeichen derselben ist die schiefrige Struktur und ihre steinähnliche Festigkeit. Das Material, wenn in Stücken, erweicht nicht im Wasser, und giebt keinen feinen Schlamm wie die anderen Thone. Wird jedoch das fein zerriebene Schieferpulver mit Wasser angemacht, so wird es knet- und formbar, und entwickelt dann erst seine Plastizität. Die Entstehung der schiefrigen Struktur, besonders aber des steinartigen nicht plastischen Zustandes erklärt man sich durch den ungeheueren Druck der überlastenden Bergschichten, verbunden mit hoher Wärmeentwickelung. Es mögen dabei wohl noch andere Umstände mitgewirkt haben, so nimmt z. B. der Forscher Daubré an, dass die Masse sich durch eine gleitende Bewegung verlängert habe, dass jedoch hierbei ein gewisser Feuchtigkeitsgrad der komprimierten Masse nötig gewesen sei, da sie in zu trockenem Zustande reisse, in zu feuchtem aber sich verlängere, ohne Schieferblätter zu bilden.

Die höchste Stelle unter diesen Thonen kommt denjenigen zu, welche in den älteren Steinkohlen gefunden werden, besonders sind dies einzelne Vorkommen bei Saarbrücken und in Niederschlesien, ferner die fast auf allen Böhmischen Kohlengruben gefundenen Schieferthone. Das Vorhandensein dieses charakteristischen Schieferthones ist unzweifelhaft durch das Vorkommen feldspathiger kristallinischer Gesteine als Ursprungsquelle zu erklären, die sich im Bereiche der Kohlenablagerungen befanden und deren Verwitterungsprodukt unter ausnahmsweise günstigen Umständen zum Absetzen kam. Bis jetzt ist dieser Schieferthon in meist schmalen Flötzen im Steinkohlengebirge an der Saar an folgenden Orten gefunden worden: Duttweiler, Neuenkirchen, Wellersweiler sowie Schwalbach und Grieborn, ferner Ottweiler und Saarlouis. Dann in verschiedenen Revieren des niederschlesischen Steinkohlenbeckens bei Altwasser, Waldenburg und Neurode, dann in sämtlichen grösseren Steinkohlenbecken Böhmens bei Kladno, Pilsen, Rakonitz und Liebau. In Schottland ist ein bekanntes Vorkommen der Thon von Garnkirk; weitere bekannte Vorkommen sind die von Gartsherrie, Cowen, endlich Wales und Derby und der wesentlich tiefer stehende Thon von Stourbridge.

Ein bekanntes schwedisches Vorkommen ist der Thon von Höganäs.

Der Schieferthon findet sich ausser in den Steinkohlenbecken auch ausserhalb der Kohlenflötze als selbständiges mächtiges Thonflötz, so z. B. in beiden Formen bei Neurode; doch will Bischof die Beobachtung gemacht haben, dass mit dem mächtigeren Auftreten des Thonflötzes, sowie seiner gleichzeitigen Entfernung aus dem unmittelbaren Bereiche eines Kohlenflötzes die Qualität des Vorkommens in pyrometrischer Beziehung stets leidet, und sollen diese Vorkommen deshalb weniger feuerfest sein.

Die besten Steinkohlenschieferthone bilden unter sämtlichen bekannten Thonen hinsichtlich ihrer höchsten Feuerbeständigkeit und ihrer Verwendung als Chamottematerial auf Grund ihrer ausgezeichneten chemischen wie physikalischen Beschaffenheit ein einzig dastehendes Vorkommen, weshalb sie auch für Zwecke zur Verwendung kommen, wo höchste Widerstandsfähigkeit gegen Temperaturen und chemische Angriffe verlangt wird, wie z. B. bei der Gussstahlfabrikation, für Hochöfen, Glasschmelzöfen etc.

Neben den Schieferthonen bilden die sogenannten plastischen Thone hauptsächlich die Materialien für die Fabrikation feuerfester Produkte. Aber auch für die Fabrikation von Steinzeug, und soweit sie weissbrennend sind, auch für Steingut, kommen die plastischen Thone in Betracht. Wir verstehen darunter Materialien, welche sich im Gegensatz zu den Kaolinen und Schieferthonen durch eine ausserordentlich grosse Bildsamkeit auszeichnen, aber in Bezug auf die Feuerfestigkeit sehr wechselnd sind. Teilweise stehen sie den besten Kaolinen und Schieferthonen, was den Grad der Feuerbeständigkeit anbelangt, nur wenig nach, zum Teil kann man sie aber für die Fabrikation von feuerfesten Produkten nicht mehr verwenden.

Was wir nun von der Konstitution der Kaoline gesagt haben, können wir im allgemeinen auch auf die plastischen Thone anwenden, nur mit dem Unterschied, dass bei diesen infolge des Schlämmprozesses, der, wie man annimmt, stets der Ablagerung vorhergegangen ist, noch manche Verunreinigungen in dieselben gelangt sind, deren Natur bei der oft sehr innigen Inkorporation sehr schwer festzustellen ist.

Vor allem aber bleibt, wenn eine ähnliche Konstitution zwischen den Kaolinen und den plastischen Thonen angenommen wird, die eine Frage aufzuklären nötig, welcher Unterschied der bei beiden so verschiedenen Thonsubstanz, dem wasserhaltigen

Thonerdesilikat, besteht, ob dessen physikalische Verschiedenheit in chemischer Beziehung erklärbar ist. Die Thonsubstanz der Kaoline weicht von der der eigentlichen plastischen Thone in ihren Eigenschaften sehr wesentlich ab. Die der ersteren ist kurz und trocknet aus einem plastischen Teig zu einer losen, mehlich abstäubenden Masse ein, die der letzteren unter stärkerer Schwindung zu einer dichten, harten, hornartigen und spröden Masse, Unterschiede, welche wesentlich auf die Verwendbarkeit und die zur Verarbeitung notwendigen Manipulationen von Einfluss sind.

Eine genaue Untersuchung einer ganzen Anzahl plastischer Thone, sowohl hochfeuerfester als weniger feuerbeständiger hat aber das Resultat ergeben, dass in chemischer Beziehung bemerkenswerte Unterschiede in der Zusammensetzung der Thonsubstanz zwischen den plastischen Thonen und den Kaolinen nicht herauszufinden sind. Es giebt also die chemische Zusammensetzung der Thonsubstanz keine Anhaltspunkte über die scharf hervortretenden Verschiedenheiten in dem Grad der Plastizität, welcher bei den Kaolinen ein sehr geringer ist, selbst bei meist beträchtlich höherem Gehalt an reinem Thonerdesilikat. Es hat die chemische Untersuchung in diesem Falle zu keinem Ziele zwecks Aufklärung der Plastizitätserscheinungen geführt. Aber in anderer Beziehung haben sich interessante Aufschlüsse ergeben: Wir wollen die Zusammensetzung der Thonsubstanz bei einer Reihe von plastischen Thonen vergleichen: Tabelle S. 64.

Wir finden bei Vergleich dieser Zahlen, dass diejenigen Thonsubstanzen, welche einen hohen Alkaligehalt besitzen, einen geringen Wassergehalt aufweisen, während diejenigen, in denen der Alkaligehalt fast vollständig verschwindet, einen erhebliche grösseren Wassergehalt zeigen, so dass man zu dem Schlusse berechtigt sein könnte, als ob diese sich gegenseitig vertreten könnten. Ein hoher Alkaligehalt lässt nun die damit ausgestatteten Thone als die leichter durch Sinterung sich verdichtenden erscheinen, der Wassergehalt bewirkt grössere Porosität nach dem Brennen, und er erschwert dadurch die Sinterung, welche schon durch den geringen Gehalt an Alkali ohnehin herabgesetzt wird. In der That erwies sich, dass die alkaliarmen Thone 3—6 zu den hochfeuerfesten zu rechnen sind, während die Thone 7—12 nur einen geringen Grad von Feuerfestigkeit besitzen; es sind die letztgenannten die bekannten Steinzeugthone des Kannebäckerlandes. Wir können daraus entnehmen, dass speziell bei den plas-

tischen Thonen die Zusammensetzung der Thonsubstanz dem Material seinen ganzen Charakter in den meisten Fällen verleiht.

Die plastischen Thone sind in mächtigen Lagern über die ganze Erde verbreitet und wechseln oft an ein und demselben

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$Si\,O_2$	45,99	45,75	45,67	44,27	46,16	46,52	46,62	47,44	47,44	47,39	47,45	42,06
$Al_2\,O_3$	38,08	35,77	37,42	35,58	36,17	38,55	36,01	37,21	35,74	36,40	37,88	28,06
$Fe_2\,O_3$	2,44	2,99	1,44	1,15	1,55	1,01	1,39	1,68	1,94	1,52	1,41	14,62
$Ca\,O$	Spur	—	—	—	—	—	—	Spur	Spur	—	—	Spur
$Mg\,O$	1,19	0,78	0,57	0,60	0,48	0,34	0,73	0,79	0,88	0,51	0,71	1,62
$K_2\,O$	2,36	1,24	0,39	0,45	0,97	0,56	3,47	4,22	3,85	3,96	4,08	4,02
Glühverlust .	10,76	13,70	14,41	16,67	15,93	14,32	10,19	9,69	9,32	9,92	9,00	9,03

Fundorte ganz bedeutend in ihren Eigenschaften in Bezug auf Reinheit und Feuerfestigkeit. Für die Zwecke der Chamottefabrikation dürfen nur diejenigen Materialien in Betracht kommen,

deren Schmelzpunkt oberhalb Segerkegel 26 liegt. Von der mehr oder minder hohen Feuerbeständigkeit derselben, ihrem Sinterungsgrade, ihrer Reinheit und anderen Eigenschaften wird ihre Verwendung für die verschiedenartigsten Spezialitäten der Fabrikation feuerfester Produkte abhängig sein. Zum Teil ebenfalls noch oberhalb Segerkegel 26 oder wenig niedriger schmelzen diejenigen hochplastischen Thone, welche zur Fabrikation des Steinzeugs verwendet werden, d. h. Produkten, welche schon bei verhältnismässig niederer Temperatur einen absolut dichten, nicht mehr saugenden Scherben aufweisen sollen. Man pflegt hierzu diejenigen Thone zu verwenden, welche bei genügend hoher Plastizität bei Segerkegel 4 oder wenig höher dicht brennen, und zwar infolge eines natürlichen Gehaltes an Flussmitteln, wie Alkaliverbindungen und sehr feinem Quarz, wodurch der Sinterungspunkt bedeutend herabgedrückt wird. Die fetten weissbrennenden Thone finden im Wesentlichen in der Steingutfabrikation Verwendung.

Die Ziegelthone.

Die Thonsubstanz in ihrer reinsten Gestalt, als Kaolin, ist, wie wir gesehen haben, von weissem Aussehen, und alle Erscheinungen von Färbungen, die wir an Thonen beobachten, sind durch Verunreinigungen herbeigeführt. In diesem Sinne kommt in erster Linie das Eisen mit seinen Verbindungen in Betracht; es findet sich unter den zur Herstellung von Thonwaren verwendeten Rohmaterialien kaum eines, welches sich absolut frei von Eisen erweist; oft treten dessen Verbindungen bei den gewöhnlichen Thonen sogar in sehr erheblichen Mengen auf. Den einzigen im Thon ausserdem vorkommenden, färbenden und darum hier ins Auge zu fassenden Stoff, das Mangan, finden wir stets in Begleitung von Eisen und diesem gegenüber in immer so geringen Mengen, dass seine färbende Kraft nur selten erheblich zur Geltung gelangt.

Die Intensität, mit welcher das Eisen in seinen färbenden Eigenschaften auftritt, ist nicht allein von der Menge, in welcher es vorhanden ist, sondern auch von der Oxydationsstufe, in welcher es sich befindet, und einer ganzen Reihe von physikalischen und chemischen Zuständen der Thonmasse abhängig, so dass eine fast unendliche Reihe von Farbenabstufungen durch dasselbe hervorgebracht werden kann. Im praktischen Betriebe muss daher bei stärker gefärbten Thonen eine sehr subtile Behandlung des Materials eintreten, um bei Verarbeitung derselben Rohstoffe eine annähernde Gleichförmigkeit in der Farbe der erzeugten Produkte herbeizuführen.

Betrachten wir die Farbabstufungen, welche das Eisenoxyd — diejenige Verbindung, mit welcher wir bei Färbungen in der Thonwarenproduktion in den meisten Fällen zu rechnen haben — an sich darbietet, so wird uns hier schon die ausserordentlich grosse Mannigfaltigkeit der Färbungserscheinungen, welche es hervorruft, erklärlich werden.

Die Farbnüance, welche chemisch reines Eisenoxyd annimmt, schwankt je nach dem Zustand seiner Dichtigkeit und Darstellungsweise ausserordentlich; so ist das aus salpetersaurem Eisenoxyd dargestellte Präparat braunrot, das aus Eisenvitriol durch schwaches Glühen gewonnene rot mit einem Schein ins Orange. Wie es auch gewonnen sei, bei starkem Erhitzen und dadurch herbeige-

führter Verdichtung wird die Farbe des Eisenoxyds stets dunkler, und dies um so mehr, je höher die Temperatur gesteigert wurde; bei heftiger Weissglut geht es in Schwarzbraun oder Dunkelviolett über. Im Allgemeinen wird die Färbung der Thonprodukte durch das Eisenoxyd eine um so dunklere werden, je höher der Temperaturgrad war, welchem sie beim Brennen ausgesetzt worden sind.

Ausser der Menge und Dichtigkeit, in welcher sich das färbende Eisenoxyd unter dem Einflusse des Brennprozesses im Thon vorfindet, ist der grössere und geringere Grad von Porosität von Einfluss auf die Nüance. Wir wissen, dass gefärbte Körper in dichter Masse stets eine dunklere Färbung besitzen, als wenn sie in einem fein verteilten Zustande, z. B. in Pulverform, vorhanden, also zwischen ihren Molekülen kleine Luftschichten, wie wir sie ja in den Poren nicht bis zur vollen Versinterung gebrannten Thones besitzen, eingelagert sind.

Wenn wir auch annehmen dürfen, dass alle diejenigen Thone welche nur aus der eigentlichen ungefärbten Thonsubstanz und beigemengten eisenhaltigen Mineraltrümmern oder deren Verwitterungsprodukten oder freiem Eisenoxyd oder dessen Hydrat bestehen, nach dem Brennen stets eine Nüance von Rot oder Braun (den Farben des reinen Eisenoxydes, nur durch das gleichzeitige Vorhandensein nicht gefärbter Substanz in geringerer Intensität) erhalten, so kommen wir auf ganz andere Farbenerscheinungen, wenn wir ausserdem noch Stoffe im Thone haben, welche geeignet sind, während des Brennprozesses tiefgehende, chemische wie physikalische Veränderungen hervorzurufen. Wir sehen dies z. B. bei der Anwesenheit von in Ziegelerden oft in erheblichen Mengen auftretenden kohlensaurem Kalk. In diesem Falle verschwindet die durch das Eisenoxyd bei niederer Temperatur hervorgebrachte Rotfärbung bei der Temperatur, bei welcher eine Versinterung eintritt, unter Umständen wieder ganz und macht sich nur als Fehler des Schmauch- und Brennprozesses in unangenehmer Weise wieder bemerklich. Aber nicht allein der Kalk (und vielleicht auch die Bittererde, wo diese in grösserer Menge auftritt), sondern auch der Thonerdegehalt des Materials scheint in ähnlicher Weise wirksam zu sein, wie weiter unten bei Besprechung der thonerdereichen Materialien erläutert werden soll.

Ausser dem Oxyd kommt die sauerstoffärmere Verbindung des Eisens, das Eisenoxydul, für die Farbgebung der Thone in Betracht; es bildet sich während des Brennprozesses aus dem Eisenoxyd durch Anwesenheit kohliger Substanzen im Thon oder unter dem Einfluss der Flamme oder sehr hoher Temperatur oder kann von vornherein im Thon enthalten sein; im Ganzen übt es ungleich stärkere färbende Wirkungen aus, als das Eisenoxyd.

Es ist aus der Glasindustrie bekannt, dass das Eisen in Form von Eisenoxydul die Glasflüsse sehr intensiv grün bis schwarz färbt, und dass eine Entfärbung des Glases, bezw. bei sehr starker Verunreinigung eine Herabminderung der Färbung, eintritt, wenn dasselbe durch zugesetzte oxydierende Substanzen, wie: Braunstein, Salpeter, arsenige Säure, in Eisenoxyd übergeführt wird. Die Färbung, welche das Eisenoxydul dem Thone erteilt, ist analog den Färbungen des Glases und der Schlacken eine grüne, violette oder schwarze, je nach der absoluten Menge und dem relativen Verhältnisse zwischen den beiden Oxydationsstufen des Eisens; es ist deswegen im Allgemeinen, wenigstens bei porösen Steinen[1]) die Bildung desselben wegen seiner intensiven Färbung und seiner Unbeständigkeit nie erwünscht, und ein normaler Bestandteil wohl nur bei der Erzeugung dichtgesinterter Produkte, der Klinker.

Wenn wir die Thone nach den Färbungen, welche sie beim Brennen in der Masse annehmen, ohne die Zufälligkeiten oder die durch Fehler herbeigeführten Oberflächenfärbungen zu berücksichtigen, klassifiziren wollen, so können wir sie in vier Gruppen teilen:

1. Thonerdereiche und eisenarme Thone. Dieselben brennen sich weiss, oder mit einer kaum merklichen Färbung.
2. Thonerdereiche und mässig eisenhaltige Thone; ihre Färbung geht durch Blassgelb bis zum Lederbraun.
3. Thonerdearme und eisenreiche Thone. Die rot brennenden Ziegelerden.

---

1) Dieser Ausdruck „Poröse Steine“, ist nicht in der Bedeutung zu verstehen, die er dann hat, wenn den gewöhnlichen Ziegelsteinen durch Zusatz von Kohlengruss oder ähnlichen Mitteln eine — löcheriche — künstlich vermehrte Porosität gegeben wird, die mit einer erheblichen Gewichtsverminderung verbunden ist. Dieses Verfahren wird besonders bei den sehr fetten missfarbig brennenden Braunkohlenthonen beobachtet. In unserem Falle ist „porös“ einfach im Gegensatz zu „dichtgebrannt, gesintert“ aufzufassen.

4. Thonerdearme, eisen-und kalkreiche Thone. Die gelbbrennenden Ziegelerden oder Thonmergel.

1. In die erste Gruppe von Thonen gehören die Rohmaterialien für die edelsten Erzeugnisse der Thonwarenindustrie, die Kaoline oder Porzellanerden, sowie eine Anzahl von plastischen Thonen, über die wir schon im vorhergehenden Kapitel eingehend gesprochen haben. Wenn man auch in Folge der oft rein weissen Farbe der Erzeugnisse die Porzellanerden als von Eisenverbindungen ganz frei spricht, so wird dieses durch die chemische Analyse nie ganz gerechtfertigt. Br. Kerl führt in seinem bekannten Werk eine ganze Reihe von Analysen von Kaolinen und Porzellanen auf, welche zeigen, dass der in vielen Fällen sehr geringe Eisengehalt oft 1 pCt. übersteigt, ohne der Weisse des Scherbens erheblichen Eintrag zu thun. Um einige Beispiele hier anzuführen, wurde der Eisenoxydgehalt im Porzellan von Nymphenburg gefunden zu 2,3 pCt., im Berliner Porzellan 0,6—1,74 pCt., im Porzellan von Meissen 0,8 pCt, von China 1,2 pCt., von Limoges 0,7 pCt. Wenn dieser Gehalt an Eisen den gemeinen Thonen gegenüber auch nur gering erscheint, so bleibt es doch immerhin wunderbar, dass bei normaler Behandlung des Porzellans die Farben so wenig von einander abweichen, dass nur ein geübtes Auge eine Färbung überhaupt erkennen kann. Die Anwesenheit grosser Mengen Thonerde (und mit den am meisten thonerdehaltigen Erden haben wir es in diesem Falle zu thun) wird auf die Farbe des Eisenoxyds in ähnlicher Weise wirken, wie die Anwesenheit grosser Mengen Kalkes im Thone; eine weiterhin noch zu besprechende Erscheinung deutet mit Bezug auf die Färbungen der Thone der zweiten Gruppe darauf hin, dass ein grosser Thonerdegehalt im Stande ist, die Färbung des Eisenoxydes unter Umständen ganz zu unterdrücken. Ausser den Porzellanerden sind in diese Gruppe auch eine Anzahl plastischer Thone zu rechnen, welche beim Brennen eine reinweisse Farbe annehmen und zur Herstellung von Thonpfeifen und feiner Fayence Verwendung finden.

2. Zur zweiten Gruppe gehören diejenigen Thone, welche sich bei geringer Hitze weiss, zuweilen mit einem Stich ins Rosa brennen, bei höheren Temperaturen eine mehr oder weniger gelbliche oder bräunliche Farbe annehmen, nie aber eine mehr oder weniger rote oder bei sehr hohen Hitzegraden ins Grüne übergehende Färbung. Es umfasst diese Gruppe die Mehrzahl der sogen. plastischen Thone, oder der feuerfesten Thone in allen Abstufungen der

Strengflüssigkeit bis herab zu den nur noch als Ziegeleimaterial verwendbaren Thonen. Dieselben besitzen in der Regel einen verhältnismässig hohen Thonerdegehalt von 20 — 30 pCt. und darüber, dabei einen Eisengehalt, welcher in einzelnen Fällen dem der rotbrennenden Ziegelerden nahe kommt, in den meisten jedoch beträchtlich darunter bleibt (1 — 5 pCt.) Es nehmen diese, wie auch die Thone der ersten Gruppe, das Interesse des Zieglers in geringerem Masse in Anspruch, als die Thone der dritten und vierten Gruppe, weil sie eben wegen ihrer oft bedeutenden Feuerbeständigkeit sich zur Herstellung von Ziegelmaterialien nicht eignen; hauptsächlich werden sie für die edleren Zweige der Keramik und die Chamottesteinfabrikation verwendet. Nur die am wenigsten feuerfesten hierher gehörigen Thone finden für die Herstellung von Ziegeln und Terrakotten Anwendung, wie beispielsweise die gelbbrennenden Braunkohlenthone der Lausitz (Greppiner Siegersdorfer, Bunzlauer Thone).[1]) Es scheint, als ob bei diesen Thonen der hohe Gehalt an Thonerde in ähnlicher Weise, wie es in den anderen Thonen der Kalk thut, die färbende Kraft des Eisenoxydes aufhebt und die Entstehung eines gelben oder gelbbraunen Tones verursacht; es geht dies daraus hervor, dass Gemenge der rotbrennenden Thone der dritten Gruppe und weissbrennender Thone der ersten Gruppe nicht etwa blassrote Steine, in Folge Verdünnung des roten durch das weisse Material hervorbringen, sondern das Rot in ein Gelb oder Braun übergeht.

Eine Anzahl von Analysen von Materialien, die in die Kategorie der eben besprochenen gelb oder braun brennenden kalkarmen

1) Segers Ausführungen sind hier nicht ganz zutreffend, als es wohl Werke giebt, die auch „feuerfeste“ gelbbrennende Thone für die Zwecke der Ziegelindustrie verarbeiten, d. h. also Thone, deren Schmelzpunkt mehr oder weniger oberhalb Segerkegel 26 liegt. So wurden auf einem vom Verfasser selbst geleiteten Verblendsteinwerke Thone verwendet, die zwischen Segerkegel 27 und 32 erst niedergingen, also zum Teil schon zu den besseren feuerfesten Thonen gehörten. Allerdings sei hierzu bemerkt, dass es unter Umständen als ein wirtschaftlicher Missgriff bezeichnet werden muss, derartige schwerbrennende Thone, welche auch für die Zwecke der Verblendsteinfabrikation eine Temperatur von Segerkegel 8—10 verlangen, eben für diesen Zweck zu verwenden, da sich der hierbei in Betracht kommende Kohlenaufwand besonders beim Bezug fremder Kohlen beim heutigen Stande der Verblendsteinindustrie kaum noch rechtfertigen lässt. Es ist unter so gegebenen Verhältnissen auf jeden Fall rationeller, einen feuerfesten Stein von mittlerer Qualität zu erzeugen, als einen Verblender, der sich kaum noch bezahlt macht. Dieser Weg wurde dann auch in dem vorbezeichneten Falle eingeschlagen.

Thone gehören, gestattet einen Einblick in das Verhältnis, in welchem das färbende Eisenoxyd zu den übrigen nicht färbenden Bestandteilen steht, und führt namentlich zu interessanten Gesichtspunkten, wenn man die Verhältnisse des Eisenoxydes mit einander und zu den analogen Zahlen in Vergleich stellt, welche aus den weiterhin mitgeteilten Analysen rotbrennender Thone resultieren.

Thon von	Poole (England) p. Ctr.	Senftenberg p. Ctr.	Neuwied p. Ctr.	Neuwied p. Ctr.	Schönebeck p. Ctr.
Kieselsäure	59,61	62,50	56,05	64,37	75,38
Thonerde	26,81	21,30	25,05	21,91	15,01
Eisenoxyd	2,03	3,06	4,68	3,04	2,39
Kalkerde	0,82	0,58	0,97	0,70	0,80
Bittererde	0,44	0,53	1,23	1,37	—
Kali	2,77	2,18	2,46	2,99	2,38
Natron	0,80	0,81			
chem. geb. Wasser und org. Stoffe	7,46	8,57	9,10	4,71	4,84
Farbe nach dem Brennen (Hartbrand)	weiss b. gelbweiss	hellgelb	gelb b. lederbr.	gelb-braun	gelb
Mengenverhältnis: Eisenoxyd : Thonerde .	1 : 13,2	1 : 7,0	1 : 5,0	1 : 7,2	1 : 6,3

Aus den Analysen geht hervor, dass aus der absoluten Quantität der färbenden Beimengung ein zuverlässiger Schluss auf die Farbe, welche der Thon nach dem Brennen annimmt, nicht zu ziehen ist; eine ganze Reihe physikalischer und chemischer Zustände, welche sich bis jetzt einer Beobachtung entziehen, sind vielmehr für die Färbung mit massgebend; den genannten Thonen ist aber gemeinsam, dass sie sämtlich eine Farbennüance zeigen, welche von weiss oder gelblichweiss bis braun, je nach der Temperatur, welcher sie ausgesetzt waren, schwanken.

Diese Thone haben in Bezug auf die Farbenerscheinungen, welche sie zeigen, eine Aehnlichkeit mit den Thonen der vierten Gruppe, den stark eisen-oder kalkhaltigen, unterscheiden sich von den letzteren jedoch durch eine ungleich grössere Schwerschmelzbarkeit, indem sie entweder geradezu zu den feuerfesten Thonen zu rechnen sind oder diesen doch nahe stehen, und beim Uebergang in einen dichten porzellanartigen Zustand nie die für die

kalkhaltigen Thone charakteristische grüne, sondern meist eine braune oder graue Farbe annehmen.

Bei den oben aufgeführten Repräsentanten der Thone der zweiten Gruppe zeigt es sich, dass der Thonerdegehalt den Eisenoxydgehalt stets bei Weitem überwiegt und das Gewichtsverhältnis derselben in den aufgeführten Beispielen zwischen 1 : 5,4 und 1 : 13 und darüber sich bewegt; es geht hieraus mit einiger Wahrscheinlichkeit hervor — gleiche Temperaturen und nahezu gleiche Porositäts-Verhältnisse vorausgesetzt — dass die Thone dieser Gruppe sich um so heller, ins Weisse oder Gelbe ziehend, brennen werden, je geringer, absolut genommen und relativ, dem Thonerdegehalt gegenüber der Gehalt an Eisenoxyd in denselben ist

3. Die dritte Gruppe von Thonen bilden die rotbrennenden, die wichtigsten Ziegelmaterialien. Dieselben zeigen einen geringeren Thonerde- und meist auch einen grösseren Eisengehalt als die Materialien der vorhergehenden Gruppe, sie sind deswegen auch im ganzen leichter schmelzbar. Der Gehalt an Kalk, Bittererde, sowie Alkalien ist bei den intensiv färbenden in der Regel nur ein geringer. Die Farbe ist beim Brennen zunächst ein mattes Rot, das bei stärkerer Hitze und zunehmender Verdichtung der Masse in ein intensives Rot, weiterhin in Violettrot und schliesslich in Blauschwarz übergeht.

Nachstehende Analysen von Ziegelthonen, welche die Farbenerscheinungen dieser Gruppe in charakteristischer Weise zeigen, lassen einen Vergleich mit den vorhergenannten Thonen zu.

Thon von	Rathenow	Bockhorn	Schwarzehütte b. Osterode a. H.	Ottweiler	Ulm
Kieselsäure	61,30	70,22	79,43	68,43	56,33
Thonerde	18,87	13,67	10,07	16,25	22,37
Eisenoxyd	6,66	6,80	5,35	5,63	7,64
Kalkerde	0,85	—	FeO 0,12	—	1,46
Bittererde	1,20	1,30	1,40	1,49	1,86
Kali	3,20	3,37	2,36	3,79	2,22
Natron			1,62		
Wasser	8,28	5,30		4,32	8,10
Farbe nach dem Brennen (Hartbrand)	dunkelrot	dunkelrot i. Violett	dunkelkirschrot	dunkelrot	dunkelrot
Mengenverhältniss: Eisenoxyd : Thonerde	1 : 2,8	1 : 2,0	1 : 1,9	1 : 2,9	1 : 2,9

Man sieht, dass in diesem ausgesprochenen rotbrennenden Thonen das Verhältnis des Eisenoxydes zur Thonerde ein wesentlich anderes geworden ist, als bei der vorhergehenden Gruppe, und dass das Eisenoxyd schon die Hälfte bis ein Drittel des Thonerdegehalts ausmacht.

So wenig in den Analysen der Thone der zweiten und dritten Gruppe die Bestandteile qualitativ verschieden sind, auch quantitativ die als Flussmittel zu betrachtenden Bestandteile im Ganzen wenig von einander abweichen, so sind beide Gruppen doch durch das Verhältnis zwischen Eisenoxyd und Thonerde vollständig charakterisiert. Diejenigen, bei welchen der Thonerdegehalt das Dreifache des Eisenoxydes nicht übersteigt, zeigen eine entschiedene Rotfärbung, die, bei denen die Thonerde um das Fünf-einhalb-und Mehrfache überwiegt, eine entschiedene Braun- resp. Gelbfärbung; allerdings kommen noch andere Faktoren, wie der Grad des Feuers, die Porosität oder die Sinterung des Thones hinzu, die jedoch im Wesentlichen wenig an den festgestellten Grenzen verändern werden, da sie wohl meist nur auf eine Nüancirung der einen oder der anderen Farbe hinwirken dürften.

In der Mitte zwischen den rot- und den gelbbrennenden Thonen liegt eine ganze Reihe von Mittelstufen, die einem Verhältnis von Eisenoxyd und Thonerde entsprechen, bei welchem die letztere wohl gross genug ist, um die rote Farbe zu modifizieren, nicht aber ausreichend, um eine ausgesprochene Gelbfärbung herbeizuführen. Es entsteht hierdurch eine ganze Reihe von Misch- und Missfarben, die für die Zwecke der Verblendstein-und Terrakottafabrikation, bei denen es besonders auf die Hervorbringung einer ausgesprochenen reinen Farbennüance ankommt, keine Verwendung finden können.

4. Die vierte Gruppe, die nicht weniger wichtige Thone als die vorhergehende enthält, umfasst die an kohlensaurem Kalk reichen, oft als Thonmergel zu bezeichnenden Materialien. Dieselben beanspruchen für den Ziegler ein ganz besonderes Interesse dadurch, dass sie ungleich empfindlicher in Bezug auf die Färbung und schwieriger zu behandeln sind, als die vorgenannten, weil Farbenunterschiede sich in denselben in erhöhtem Masse beim Brennen geltend machen.

Bei den stark kalkhaltigen Thonen finden die Farbenerscheinungen in umgekehrten Verhältnissen wie bei den gelb- und rotbrennenden Thonen statt. Während bei diesen die Färbung

mit erhöhtem Hitzegrade immer dunkler wird, tritt bei den Thonmergeln zunächst bei geringer Brenntemperatur die rote Farbe des Eisenoxydes hervor; bei höherer, wenn der Kalk eine chemische Aktion auf die Silikate des Thones auszuüben beginnt, nimmt die rote Färbung ab und geht durch Fleischfarbe ins Weiss oder Gelblichweiss über; bei weiterer Sinterung wird die Farbe gelbgrün oder grün und schliesslich bei völliger Schmelzung dunkelgrün bis schwarz.

Die Färbung ist hier wie bei allen anderen Thonen durch das Vorhandensein von Eisenoxyd hervorgerufen, dessen Rotfärbung jedoch bei der gleichzeitigen Anwesenheit von Kalk durch Bildung gelb- oder weissgefärbter Kalk-Eisensilikate modifiziert wird.

Nachstehende Analysen geben ein Bild von der Zusammensetzung solcher kalkhaltiger, gelbbrennender Ziegelmaterialien.

Thon von	Velten	Stettin	Neuhof b. Stralsund	Szegedin	Birkenwerder	Labyszyn
Kieselsäure . .	47,86	55,79	55,02	56,07	48,34	46,67
Thonerde . .	11,90	9,29	13,90	14,02	11,63	13,06
Eisenoxyd . .	5,18	5,79	4,53	5,49	4,59	5,31
Kalkerde . .	14,69	18,78	10,95	16,53	15,87	11,46
Bittererde . .	1,71	2,10	1,76	0,69	1,79	4,08
Kali	2,65		} 1,48		} 2,78	3,33
Natron . . .	1,01					0,70
Kohlensäure .	10,44		8,64		11,71	11,40
Wasser u. organ. Substanz . .	4,64		3,31		5,28	4,30
Farbe nach dem Brennen	Schwachbrand rot b. fleischfarben, Hartbr. gelblichweiss bis schwefelgelb, Klinker gelbgrün bis grün.					
Verhältnis: Eisenoxyd:Thonerde . . .	1 : 2,3	1 : 1,6	1 : 3,1	1 : 2,5	1 : 2,5	1 : 2,4
Verhältnis: Eisenoxyd: Kalkerde . . .	1 : 2,9	1 : 3,2	1 : 2,2	1 : 3,0	1 : 3,5	1 : 2,2

Man ersieht aus den obenstehenden Zahlen, dass der Eisengehalt, absolut genommen, sowohl dem in den rotbrennenden Thonen nahekommt, als auch das Verhältnis zwischen Eisenoxyd und Thonerde dem der vorhergehenden Gruppe entspricht; in der That

geben auch alle diese Ziegelmaterialien bei Schwachbrand einen roten Stein; es ist also die vielfach geglaubte Annahme, dass der Eisengehalt der gelbbrennden Mergel ein geringerer sei, als bei rotbrennenden Thonen, weil die daraus gebrannten Steine häufig eine nahezu weisse Farbe annehmen, durchaus nicht gerechtfertigt und bei den obigen als Typen solcher Materialien zu betrachtenden Mergeln auch nicht zutreffend, obgleich bei der grossen Verschiedenheit der Zusammensetzung in einzelnen Fällen wohl möglich.

In den vorstehend aufgeführten Analysen schwanken die Mengenverhältnisse zwischen Eisenoxyd und Kalk in runden Zahlen zwischen 1 : 2 und 1 : 3, es liegt jedoch die Vermutung nahe, da die untersuchten Materialien sämtlich die Gelbfärbung in sehr charakteristischer Weise zeigen, dass der Kalkgehalt noch weiter sinken könne, ohne die besprochene Wirksamkeit auf das Eisenoxyd ganz einzubüssen.

Es wurde diese Frage in synthetischer Weise zu lösen gesucht.

Es wurde der rotbrennende Rathenower Thon, dessen Analyse vorher mitgeteilt ist, mit reinem (durch Fällung aus Chlorcalcium gewonnenen kohlensauren Kalk) vermischt, und zwar in Verhältnissen, dass auf je ein Aequivalent Eisenoxyd 1, 2, 3, . . . bis 8 Aequivalente kohlensaurer Kalk kamen. Mit Hinzurechnung der geringen Mengen im Thon enthaltenen Kalkes stellte sich nun das Verhältnis von Eisenoxyd zu Kalk in den Proben folgendermassen:

Probe	0.	1.	2.	3.	4.	5.	6.
	1 : 0,13	1 : 0,48	1 : 0,83	1 : 1,18	1 : 1,53	1 : 1,88	1 : 2,23

Probe	7.	8.
	1 : 2,58	1 : 2,93

Diese neun Proben in Gestalt von 10 cm langen und 1,5 cm dicken Stäben wurden zusammen in einem mit Leuchtgas heizbaren Ofen in einer von der Flamme ringsumspülten Muffel zunächst einer mässigen Rotglut ausgesetzt, so dass sie sämmtlich unter denselben Bedingungen der Einwirkung der Hitze unterworfen waren; nach dem Erkalten waren sämmtliche Proben rot gefärbt, und zwar ohne erhebliche Farbenabstufung. Die Proben wurden darauf erneut einer höheren Temperatur, heller Rotglut ausgesetzt. Nach dem Erkalten zeigten sich nun ganz andere Erscheinungen; sie waren sämmtlich in den Zustand, welcher in der Ziegelei als Hartbrand bezeichnet wird, übergangen. Die Proben 0,1,2,3, waren rot geblieben, hatten aber einen missfarbigen Ton in dem Masse angenommen, je kalkreicher sie waren, 4 zeigte eine gelbbraune

Rinde von etwa 1 mm Dicke, war aber im Innern noch rötlich gefärbt, weiterhin wurde bei 5 und 6 die gelbgefärbte Rinde stärker, während die Proben 7 und 8 auf dem Bruche ganz gelb mit einem Stiche ins Graue geworden waren. Man kann hieraus erkennen, dass die Gelbfärbung bei den kalkreichsten Mischungen zuerst und am leichtesten eintritt, sowie dass ein prozentisches Verhältnis zwischen Eisenoxyd und Kalk von 1:1,5 (bei Probe 4) noch hinreichend erscheint, um bei genügend hoher und anhaltender Temperatur eine Gelbfärbung eintreten zu lassen.

In allen vorstehend aufgeführten Analysen ist der Kalkgehalt wesentlich (bis über das Doppelte) höher als dieses Verhältnis.

An die eigentlich gelbbrennenden Thone schliessen sich solche an, bei welchen der Gehalt an Kalk nicht gross genug ist, um eine Gelbfärbung hervorzurufen; bei diesen zeigt sich jedoch immer die die Gruppe der stark kalkhaltigen Thone charakterisierende Erscheinung, dass mit zunehmender Hitze die rote Farbe immer mehr verblasst, während sie bei den eigentlichen rotbrennenden Thonen unter gleichen Verhältnissen dunkler wird.

In dem Vorstehenden ist nur Rücksicht genommen einerseits auf die Farbenerscheinungen, welche die Ziegelmaterialien in der Masse und auf der Oberfläche, soweit deren Farbe mit der des Bruches zusammenfällt, zeigen, andererseits nur auf diejenigen, welche sich augenscheinlich auf die Wirkung des Eisenoxyds zurückführen lassen. Es ist deswegen in den vorstehenden Analysen das Eisen stets als Eisenoxyd aufgeführt worden.

Oberflächenfärbungen, wie sie durch das Auswittern salzartiger Verbindungen während des Trockenprozesses, durch Einwirkung der Feuergase und der Wasserdämpfe während des Schmauchprozesses, durch Auflagerungen von Flugasche und alkalische Dämpfe hervorgerufen werden, mögen vorläufig als zufällige Erscheinungen oder auf nicht rationellen Betrieb zurückführbar, unberücksichtigt bleiben. Es erübrigt demnach noch, die Erscheinungen zu erörtern, welche durch den Einfluss der niederen Oxydationsstufe des Eisens, des Eisenoxyduls, hervorgerufen werden.

Es ist nicht allein unter Zieglern, sondern auch unter Chemikern eine weitverbreitete Ansicht, dass die rote Farbe gebrannter Thone der Anwesenheit von Eisenoxyd, die gelbe dagegen der von Eisenoxydul zuzuschreiben sei, dass also beim Brennen in den Ofenteilen, wo reichlicher Luftzutritt vorhanden ist,

oder wenn beim Abkühlen Luft an glühende Steine herantreten kann, rotgefärbte Steine entstehen.

Diese Annahme hat sich aber als eine irrige erwiesen; denn wenn sie richtig wäre, so müsste man ja in gelben oder hellfarbenen Steinen leicht Eisen-Oxydul in grösserer Menge analytisch nachweisen können. Wir wollen eine Reihe von analytischen Untersuchungen aus den drei Gruppen von Ziegelthonen, die vorhin näher beschrieben worden sind, einmal näher prüfen, und wollen sehen, zu welchen Schlüssen über die Einwirkung des Eisenoxyduls auf die Farbe des gebrannten Steines uns die gemachten analytischen Befunde berechtigen.

Wir beginnen mit den Thonen, welche der Gruppe 2. angehören, d. h. den thonerdereichen, mässig eisenhaltigen Thonen, bei denen ein Gehalt von kohlensaurem Kalk nicht in Betracht kommt. Wie erinnerlich, brennen sich dieselben gelb bis lederbraun: Die Untersuchung auf Eisenoxyd und Eisenoxydul ergab bei zwei Ziegeln von Senftenberg

Farbe:	Eisenoxyd:	Esenoxydul:
1. gelb	3,28 %	0,14 %
2. gelblich weiss	3,29 %	0,42 %

Bei der Untersuchung von Materialien von Gruppe 3, den thonerdearmen, stark eisenhaltigen Thonen ergab die Untersuchung eines Steines von Rathenow:

Farbe:	Eisenoxyd:	Eisenoxydul:
3. rot	7,07	0,18
Klinker von Schwarzehütte bei Osterode:		
4. a) dunkel kirschrot	5,35	0,12
b) derselbe grünlich grau	3,43	1,85
c) derselbe schwärzlich violett	2,14	3,01

und endlich aus der Gruppe 4, den thonerdearmen, eisen- und kalkreichen Thonen, wollen wir folgende Beispiele anführen:

Farbe:	Eisenoxyd:	Eisenoxydul:
Birkenwerder Verblender:		
5. gelb	5,26	0,16
Veltener Ofenkachel:		
6. gelb	4,84	1,17

Was können wir nun aus diesen Zahlen entnehmen?

Bei den Steinen 1, 2, 5, und 6 finden wir zwar einen Eisenoxydulgehalt, aber gegenüber dem gleichzeitig gefundenen Eisenoxyd so wenig, dass das Oxydul unmöglich die gelbe Farbe herbeigeführt haben kann, denn die Steine 3 und 4a zeigen bei gleichem Gehalt an Eisenoxydul eine intensiv rote Farbe. Interessant sind die Steine 4b und 4c, welche einen hohen, das Eisenoxyd zum Teil überwiegenden Gehalt an Eisenoxydul aufweisen und trotzdem sie aus demselben Material sind, wie 4a, doch eine grünlich graue bis schwärzlich violette Farbe zeigen. Die Erklärung hierfür ist die folgende: Die stark eisenoxydhaltigen Beimengungen des Thones, welche die rote Farbe des Steines 4a erzeugten, sind durch Einwirkungen reducierenden Feuers in Oxydul umgewandelt worden, und dann bei hoher Temperatur verglast. Der gebildete eisenoxydulhaltige Glasfluss ist aber grün bis schwarz gefärbt, wie ja von dem Flaschenglas her bekannt ist. –

Die Einwirkung des Eisenoxyduls ist also niemals in der Natur des ungebrannten Rohthones begründet, sondern hat ihre Ursache in der Feuerwirkung des Ofens.

Ich werde deshalb auch die Missfärbungen an Ziegelsteinen, welche durch den unsachgemässen Brand selbst entstehen, vor der Hand ausserhalb unserer Betrachtungen lassen, und am Schlusse meiner Ausführungen über die Ziegelthone nur noch kurz auf einige Bestandteile der Rohthone eingehen, welche zu Missfärbungen und sogenannten Ausschlägen an den Steinen Veranlassung sind.

Wenn wir noch einmal kurz die Resultate unserer letzten Betrachtung zusammenstellen, und dabei von allen Missfärbungen der eben erwähnten Art absehen, so können wir also die Ziegelthone der Färbung im Brande nach in folgende schon erwähnte Gruppen zusammenstellen:

A. Thonerdereiche und mässig eisenhaltige Thone; dieselben brennen sich blassgelb bis lederbraun.
   Verhältniss der Thonerde zum Eisenoxyd grösser als $5^1/_2$: 1
   Kalkgehalt kommt nicht in Betracht.

B. Thonerdearme und eisenreiche Thone. Die rotbrennenden Ziegelerden.
   Verhältniss der Thonerde zum Eisenoxyd kleiner als 3 : 1
   Zwischen A und B, wenn das Verhältniss der Thonerde zum Eisenoxyd kleiner als $5^1/_2$: 1
   grösser „ 3 : 1,

so entstehen Misch- und Missfarben; diese Materialien sind also für die Zwecke der Verblendsteinfabrikation nicht zu gebrauchen.

C. Thonerdearme, eisen- und kalkreiche Thone. Die gelbbrennenden Ziegelerden oder Thonmergel.

Verhältniss zwischen Thonerde und Eisen ungefähr wie bei B.

Verhältniss zwischen Kalk und Eisenoxyd grösser als 1,5 : 1.

Zwischen B und C, wenn das Verhältniss von Kalk zu Eisenoxyd kleiner ist als 1,5 : 1. Bei Schwachbrand entstehen rote Steine, deren Farbe mit zunehmender Temperatur verblasst, aber nie zu reinem Gelb führt. Es entstehen dann die unentschiedenen, wenig beliebten Zwischenfarben, welche die meisten ordinären Ziegelfabrikate zeigen, die für die Zwecke der Verblendsteinfabrikation unbrauchbar sind. —

Im Gegensatz hierzu wird die Farbe der Materialien B bei zunehmender Temperatur immer intensiver. —

Während wir aus den vorstehenden interessanten Ausführungen Segers gesehen haben, dass ein ganz bestimmtes Mengenverhältniss zwischen Thonerde und Eisenoxyd einerseits und Eisenoxyd und Kalk andererseits in den Ziegelthonen vorhanden sein muss, um die für Verblender und Terrakotten verlangten reinen Farbentöne durch den Brennprozess hervorrufen zu können, giebt es doch noch eine ganze Anzahl Nebenerscheinungen, welche dies erschweren. Diese sind theils durch die Natur des Thones begründet, bezl. durch einen Gehalt desselben an Bestandtheilen, welche zu Anflügen und Verfärbungen nach dem Brennen Veranlassung werden und entweder durch besondere Zusätze beim Verarbeiten des Thones oder durch Erfüllung bestimmter Bedingungen beim Brande unschädlich gemacht werden müssen; theils entstehen diese Nebenerscheinungen aber auch erst durch unsachgemässes Brennen, ohne dass der Thon in seiner Zusammensetzung hierfür in erster Linie oder überhaupt Veranlassung wird. Von den letzteren Erscheinungen wollen wir hier ganz absehen, da ich über dieselben in einem besonderen Werkchen über „Die Oefen der Ziegeleitechnik und Thonwaren Industrie und ihre Wirkungsweise" ausführlich sprechen werde, und wollen wir unsere Aufmerksamkeit nur denjenigen fehlerhaften Erscheinungen zuwenden, die in Form von salzartigen Auswitterungen sich vornehmlich an den die rasche Verdunstung befördernden Stellen, also an Ecken und Kanten und an den hervorragenden Theilen geformter oder modellirter Gegenstände während des Trocknungsprozesses bilden. Dieselben erschweren die Fabrikation umsomehr und machen sie zu einer ungewissen, als sie sich häufig — besonders bei Thonen, die im rohen Zustande hellfarbig sind —, der Beobachtung vor dem Brande durch das unbewaffnete Auge entziehen und erst nach diesem sichtbar werden.

Diese Auswitterungen, welche, wie es scheint, um so stärker auftreten je langsamer der Trocknungsprozess verläuft, verdienen aber gerade um so mehr Beachtung, als sie sich meist weniger auf den sandigeren und deswegen rauhflächigeren und poröseren Materialien für die rohen Ziegelfabrikate, als vielmehr an den feineren, dichteren und glatten Materialien für die besseren und werthvolleren Ziegelfabrikate zu bilden pflegen.

Nicht allein das Wasser, welches zum Erweichen der Thone verwendet wird, enthält ausnahmslos eine bald grössere, bald geringere Menge mineralischer Bestandteile aufgelöst, sondern der Thon, und zwar um so mehr, je fetter er ist, hat die Eigenschaft, in Wasser lösliche Stoffe, welche bei der nie ganz aufhörenden Zersetzung im Lager sich bilden, zurückzuhalten. Ist der Thon, wie dies für bessere Fabrikate meist unumgänglich nötig ist, einer weiteren Verwitterung im Winterlager ausgesetzt gewesen, so ist hiermit, besonders wenn er feinverteilten Schwefelkies enthält, eine neue Veranlassung zu einer oft energischen Bildung löslicher Salze gegeben. Eine Auslaugung und dadurch eine Unschädlichmachung dieser Salze, wie es vielfach angenommen wird, durch die atmosphärischen Niederschläge, kann wohl kaum in erheblichem Maasse stattfinden, einerseits weil eine Durchfeuchtung der Thone mit einem absoluten Undurchlässigwerden derselben zusammenfällt und dadurch jede Auslaugung abgeschnitten wird, andererseits weil der Bildungsprozess der Salze erst nach einer langen Reihe von Jahren ihren Abschluss findet und mit der Aufschliessung des Thones durch den Frost erst recht ermöglicht wird, also gerade dann am energischsten zu werden beginnt, wenn der Thon in den für die Fabrikation passendsten Zustand gebracht worden ist. Eine Entfernung der sich im Winterlager etwa durch Verwitterung des Thones bildenden löslichen Salze durch Regen und Schnee kann darum nur eine ganz oberflächliche sein. Es gestaltet sich deswegen der Einfluss löslicher Salze um so unangenehmer, als einmal der Prozess der Bildung sich während der Verarbeitung des Thones und der Trocknung fortsetzt, und weil derartige salzhaltige Thone auch besonders geneigt sind, im Ofen während des Schmauchprozesses weitere missfarbige salzartige Ausschläge auf der Oberfläche anzunehmen.

Da das Verdunsten des Wassers beim Trocknen nur an der Oberfläche oder aber nur in geringerem Masse —, nämlich bei sandigen, porösen Thonen —, in einer geringeren Tiefe im Innern stattfinden kann, so muss alle Feuchtigkeit durch die Kapillarkraft erst an die Oberfläche geführt werden, ehe sie verdampfen kann, und hierdurch gelangen die gelösten Salze eben dorthin und bleiben hier um so näher der Aussenfläche zurück, je dichter die Oberfläche ist.

Diese hier zur Ausscheidung gelangenden Salze bilden nach dem Fortgange des Wassers entweder einen staubigen Ueberzug

oder aber kleine mikroskopische warzige Krystalle, welche der Beobachtung des Uneingeweihten sich um so leichter entziehen, als sie meist eine dem Thon ähnliche Farbe besitzen, weil sie thonige Substanz in ihren Lamellen einschliessen. Erst nach dem Brennen werden dieselben deutlicher sichtbar und zwar meist in weisser, grauer oder gelblicher Farbe und sind dann so fest in den Thonkörper eingebrannt, dass sie sich nicht leicht mehr auf mechanischem oder chemischem Wege entfernen lassen.

Die Beseitigung dieser unangenehmen Anflüge ist vielfach Gegenstand empirischer Versuche gewesen, doch nur in wenigen Fällen haben dieselben einen durchschlagenden Erfolg aufzuweisen gehabt. Die Mittel, sich derselben zu entledigen, sind entweder mechanische Abreibungen, Abbürsten, Eintauchen in Teer oder ähnliche Stoffe — oder chemische. Die ersteren sind nur bei einzelnen Fabrikaten und nicht sehr festsitzenden Auflagerungen anwendbar, die letzteren setzen eine genaue Kenntnis der chemischen Zusammensetzung voraus.

Zum Beispiel bei den gelbbrennenden sogenannten Braunkohlenthonen, die sich durch die angenehmen Farbentöne, welche sie annehmen, für die Herstellung von Façadensteinen und Terrakotten eignen, besitzen die daraus hergestellten Fabrikate doch in sehr vielen Fällen die unangenehme Eigenschaft, dass sie sich unter dem Einfluss der atmosphärischen Niederschläge mit einem gelben, oft auch intensiv gelbgrünen oder gar blaugrünen Ausschlage überziehen, welcher, an sich schon unschön, nach längerer Zeit einer schmutzigen, braunen oder schwärzlichen Färbung Platz macht. Die Erscheinung scheint besonders leicht bei schwachem Brande des Thones aufzutreten, befällt in der Regel nicht alle Produkte desselben Brandes, häufig nur einzelne Steine eines solchen.

Die Erscheinung ist oft erklärt worden als eine Vegetation niedriger Organismen, einer Alge, welche den Steinen ihre mineralische Nahrung entnimmt, und zuweilen ist dieses wohl auch die wirkliche Ursache.

In vielen Fällen jedoch haben die auf der Oberfläche des Thones auftretenden farbigen Ausschläge durchaus den Charakter salzartiger Ausblühungen und bilden kristallinische oder warzenförmig gruppirte Auflagerungen, welche nur einen mineralischen Ursprung derselben zulassen.

Man hat nun Ausschläge dieser Art auf Eisen-, Kobalt- oder Chromverbindungen zurückzuführen versucht; in einzelnen

Fällen vielleicht auch mit Erfolg, aber Seger wies nach, dass in den meisten Fällen die gelben oder grünen Verfärbungen bei Braunkohlenthonen auf Vanadiumverbindung zurückzuführen sind.

Das Vanadium gehört zu den seltenen, und darum weniger untersuchtenMetallen, dessen Verbindungen sich durch sehr intensive und lebhafte, aber auch sehr variable Färbungen auszeichnen, da viele Verbindungen sehr unbeständig sind. Die Verbindungen der höchsten Oxydationsstufe des Vanadiums, der Vanadinsäure, haben teils eine sehr satte gelbe Färbung, teils sind sie farblos, gehen aber durch reduzierende Einflüsse, wie z. B. organische Stoffe oder Schwefelwasserstoff sehr leicht in die meist grünen oder blauen wasserhaltigen, oder braunen wasserfreien Verbindungen der niederen Oxydationsstufe, der vanadinigen Säure, über.

Dass das Vanadium nicht nur, wenn auch nur in äusserst geringen Mengen, ein Begleiter vieler Eisenerze ist, sondern auch in vielen Thonen beobachtet wurde, ist lange bekannt, doch scheint es noch nicht beobachtet zu sein, dass dasselbe in löslichen Verbindungen im gebrannten Thon vorkommt. Wegen der geringen Menge, in welcher es auftritt, entzieht es sich der Auffindung bei dem gewöhnlichen Gange der Analyse vollständig; da die Verbindungen aber eine ausserordentlich färbende Kraft besitzen, so kann es schon in höchst minimalen Mengen recht auffällige Erscheinungen herbeiführen.

Da bei einem und demselben Brande nicht alle Produkte, sondern nur einzelne Stücke die genannten farbigen Ausschläge hervortreten lassen, so ist anzunehmen, dass die Art des Brennens, resp. die Natur der Flammgase einen wesentlichen Einfluss dahin ausübt, dass die vorhandene Vanadinverbindung bald in löslicher, bald in unlöslicher Form im gebrannten Thon vorhanden ist[1].

Das Vanadium, ein graues, sehr schwer schmelzendes Metall, geht mit dem Sauerstoff drei Verbindungen ein, welche im Thon enthalten sein können.

Das Vanadiumoxydul (65,55 Vanadium + 8 Sauerstoff) ist schwarz und giebt keine löslichen Verbindungen.

Das Vanadinoxyd (68,55 Vanadium + 16 Sauerstoff), dessen meist lösliche Salze grün oder blau gefärbt sind,

Die Vanadinsäure (68,55 Vanadium + 24 Sauerstoff), deren sämtliche Salze löslich und intensiv gelb gefärbt sind.

Die färbende Kraft der vanadinsauren Salze ist eine so ausserordentlich grosse, dass sie sich noch bemerkbar macht,

1) Vgl. pag. 85 unten und flgde.

wenn alle anderen Mittel zur Erkennung der Vanadinsäure versagen.

Ausser den angeführten Verbindungen giebt es solche der beiden letzteren, also vanadinsaures Vanadinoxyd, welche eine intensiv grüne Farbe besitzen, zum Teil in Wasser löslich und gleichfalls ausserordentlich färbend sind. Diese entstehen aus den Verbindungen der Vanadinsäure, wenn sie mit reduzierenden Substanzen (Staub, organischen Stoffen, Schwefelwasserstoff etc.) in Berührung kommen.

Die Verbindungen des Molydänoxyds, dem Vanadinoxyd in ihrer Zusammensetzung entsprechend, sind blau oder purpurfarben, die der Molybdänsäure farblos. Molybdänsaures Vanadinoxyd sowie vanadinsaures Molybdänoxyd ist gleichfalls grün gefärbt.

Mit diesen Stoffen haben wir es also unzweifelhaft bei den in Frage kommenden Färbungserscheinungen zu thun; es stimmen damit vollkommen die Erscheinungen der Praxis überein, indem die anfangs in gelber Farbe hervortretenden Salze, weiterhin durch Staub und Unreinigkeiten des Wassers, darauf niedergeschlagenen Russ oder durch Gase, welche bei der Fäulnis entstehen, in die grünen oder blauen Verbindungen übergeführt werden.

Es ist nun kaum anzunehmen, dass die Vanadinverbindungen, seien sie, welche sie wollen, nur deswegen nicht an allen, sondern nur an einzelnen Stücken der Produktion sich in so unangenehmer Weise bemerkbar machen, weil sie dem verarbeiteten Thone sporadisch beigemengt sind, sondern man ist vielmehr berechtigt, sie als einen den Braunkohlenthonen allgemein angehörigen Bestandteil anzusehen. In Bezug auf das stärkere oder schwächere Hervortreten der Erscheinung des Grünausschlagens zeigen sich vielleicht weniger Unterschiede in verschiedenen Schichten der Thonlager, als vielmehr bei den einzelnen Bränden, bei welchen die rohen Waren nicht besonders ausgewählt sind und bei welchen an einzelnen Stellen des Ofens bald mehr, bald weniger zum Ausschlagen neigende Fabrikate resultieren.

Da die niederen Oxydationsstufen des Vanadiums beim Erhitzen unter Luftzutritt fast stets in Vanadinsäure-Verbindungen übergeführt werden, so ist dem Luftzutritt auch zunächst die Enstehung dieser stark färbenden Verbindung zuzuschreiben. Durch reduzierende Einflüsse, wie sie während des Brennprozesses sich ja leicht hervorbringen lassen und meist im Ofen vorhanden sind, werden alle

Vanadinsäure- und Vanadinoxydverbindungen sehr leicht in Vanadiumoxydul, der einzigen unlöslichen Verbindung, die aber gleichfalls bei Luftzutritt in Vanadinsäure übergeht, verwandelt. Es wurde nun versucht, Probebrände so zu leiten, dass im Versuchsofen zeitweise die unverbrannten brennbaren Gase überwogen, um so die färbenden Vanadinverbindungen durch Versinterung in Form von Vanadiumoxydul zu fixiren. Es zeigte sich hierbei, dass der Thon, welcher zur Verstärkung der Erscheinung mit einer starkgefärbten vanadinsäurehaltigen Lösung aufgeweicht worden war nach dem Brennen in Wasser gelegt, dieses gleichfalls intensiv gelb färbte, wenn die Brenntemperatur eine niedrige, unter Silberschmelzhitze (960° C.) liegende war, dass er aber eine kaum sichtbare Färbung hervorbrachte, wenn die Temperatur bis zu beginnender Weissglut gesteigert wurde und der Thon eine beginnende Sinterung zeigte. Es scheint hieraus hervorzugehen, dass während des Kühlprozesses, welcher ja stets zur Erzielung der reinen Steinfarben in einer sauerstoffhaltigen Atmosphäre vor sich geht, eine Rückbildung des Vanadiumoxyduls in Vanadinsäure stattfindet und nur dann sich nicht vollzieht, wenn durch die beginnende Versinterung des Thones die niedere Oxydationsstufe des Vanadiums mit den sich verflüssigenden Silikaten verschmolzen worden ist.

Seger zieht nun auf Grund dieser seiner Ausführungen den Schluss, dass die Vanadinausschläge nur durch sehr starkes und zwar im letzten Stadium reduzierendes Brennen der Steine vermieden werden können, eine Ansicht, der ich mich nur zum Teil anschliessen kann. Bei den Beobachtungen, die ich selbst auf verschiedenen Werken und auch im eigenen Betriebe mit vanadinhaltigen Braunkohlenthonen gemacht habe, bin ich zu folgender Ueberzeugung gekommen:

1. Die Steine wurden mit gewöhnlichen Hintermauerungssteinen, die eine Garbrandtemperatur von etwa Segerkegel 010—08 verlangten, entsprechend etwa 950—990 Grad Cels., also wenig über oder unter Silberschmelzhitze, im Ringofen eingebaut, und es resultierten bei der in dem Ofen herrschenden oxydierenden Atmosphäre zwar vollständig reinfarbene Steine aber von heller Nüance, die beim Stehen auf dem Stapelplatz oder nach dem Vermauern in der Façade bald die oben geschilderten charakteristischen Missfärbungen zeigten.

Abgesehen davon, dass selbstverständlich nur so viel Verblender im Ringofen eingesetzt werden konnten, dass dieselben vor Aschenanflug nach Möglichkeit geschützt waren, und ferner berücksichtigt, dass der Brennprocess selbst so geleitet wurde, dass ein Verschmauchen der Steine ausgeschlossen war, sei hier ganz besonders noch hervorgehoben, dass zum Brande die stark wasser- und schwefelhaltigen, relativ geringwertigen Braunkohlen verwendet wurden, denen diese hier in Betracht kommenden Thone ihren Namen verdanken.

2. Steine aus demselben Material wurden in einem Ofen mit überschlagender Flamme bei einer Temperatur von Segerkegel 02, entsprechend 1110 Grad Cels., sowohl unter Verwendung der eben erwähnten, als auch von böhmischen Braunkohlen, gebrannt. Wie bei allen intermittierenden Oefen mit gewöhnlicher Rostfeuerung war es auch hier nicht zu vermeiden, dass zeitweilig und besonders in der Nähe der Feuerbrücken eine reduzierende Atmosphäre eintrat. Es zeigte sich nach den Bränden, dass zwar die Temperatur in den vorliegenden Fällen hoch genug war, um das Auftreten der Vanadinausschläge zu verhindern, dass aber statt des reinen gelben Farbentones, den die für Verblendung bestimmten Steine durchweg haben sollten, eine von gelblich rötlichem Schein bis zum ausgesprochenen Rot übergehende Färbung eingetreten war, die meines Erachtens mit dem Vanadingehalt der Steine nichts zu thun hatte, wohl aber ihren Grund in der wechselweise reducierenden und oxydierenden Wirkung der Feuergase finden dürfte. Es gelang auch trotz grösster Vorsicht nicht, den der Natur des Thones eigentlich eigenen reinen Farbenton im Ofen in der gewünschten Weise zu erzeugen.

3. Dieselben Materialien unter Verhältnissen gebrannt, die bei genügend hoher Temperatur das Auftreten reduzierender Einflüsse der Feuergase als ausgeschlossen erscheinen liessen, zeigten bei rein gelber Färbung nach dem Brande keinerlei Ausschläge, die auf Vanadinsalze zurückzuführen waren.

Ich folgere hieraus, teilweise im Gegensatze zu Seger, dass eine zeitweilig reduzierende Atmosphäre im Ofen zur Verhinderung der Vanadinausschläge nicht nötig ist, dass aber unbedingt, wie dies auch Seger sagt, die für Verblenderzwecke in Betracht kommenden, gelb bis lederfarben brennenden Braunkohlenthone eine Brenntemperatur erfordern, die wesentlich über Silberschmelzhitze liegt und teilweise bis zu Brenngraden aufsteigen kann, wie sie für die

Herstellung besserer feuerfester Producte in Betracht kommen, also Segerkegel 8 — 10. Massgebend ist hierbei natürlich die mehr oder weniger grosse Feuerbeständigkeit des betreffenden Thones, bzgl. der Punkt, bei dem ein genügendes Dichtbrennen des Steines eintritt, um die vorhandenen Vanadinverbindungen unschädlich zu machen.

Neben den durch die Vanadinverbindungen hervorgerufenen Ausscheidungen, die nur durch eine genügend hohe Brenntemperatur vermieden werden können, treten an den Verblendsteinen weiter Anflüge von weisser Farbe auf, die ihre Enstehung einem Gehalt an bestimmten Salzen verdanken, welche, durch das Anmache-Wasser des Thones in Lösung gehalten, beim Trocknen des Steines mit an die Oberfläche gebracht werden und sich dort beim Verdunsten des Wassers ausscheiden.

Von löslichen Salzen kommen in grösserer Menge in den Thonen hauptsächlich die schwefelsauren Salze von Kalk, Bittererde, Thonerde, Eisenoxyd und Natron vor, in geringerer Menge treten gewöhnlich die Chlorverbindungen oder phosphorsauren Verbindungen der obengenannten Stoffe oder Verbindungen der Oxyde mit den durch die Fäulniss organischer Substanzen entstandenen Säuren auf, die man in der Regel als Quellsalzsaure Salze bezeichnet. Von diesen Salzen wirken besonders schädlich die schwefelsauren Salze von Kalk, Bittererde und Natron, weil dieselben sich sehr leicht in wohlgebildeten Kristallen ausscheiden. Die Chlorverbindungen sind weniger gefährlich, da sie einmal bereits in einer sehr geringen Wassermenge in löslichem Zustande erhalten werden können, zum Teil selbst zerfliesslich sind, so dass sie in einer feuchten Atmosphäre überhaupt nicht zu einer festen Abscheidung gelangen können. Am meisten ist immer der schwefelsaure Kalk zu fürchten, weil er bei einer Löslichkeit von 1 Teil in etwa 450 Teilen Wasser zuerst von allen vorhandenen Salzen zur Ausscheidung gelangt.

Aber nicht nur die im Thon vorhandenen schwefelsauren Salze sind für die Entstehung von Anflügen an Verblendsteinen zu fürchten, sondern auch das Wasser, mit dem der Thon zu einer plastischen Masse abgefeuchtet wird, enthält meist sehr beträchtliche Mengen von Salzen, ist häufig eine gesättigte Lösung von schwefelsaurem Kalk, so dass man auch dieses in Rechnung ziehen muss. Aus den praktischen Beobachtungen ergiebt sich nun, dass schon sehr kleine Mengen schwefelsauren Kalkes im Stande sind, derartige missfarbige Ausschläge auf den Steinen hervorzubringen, und dass ein Gehalt von 0,10 pCt. sehr unangenehme Verfärbuugen der Oberfläche herbeiführt.

Sehen wir nun zu, wie dem Thon zugesetzte Barytverbindungen auf diese Salze einwirken, und nehmen wir zunächst an, es werde derselbe mit kohlensaurem Baryt versetzt. Der Baryt hat die Eigenschaft, dass er sich sehr energisch mit der Schwefelsäure zu einer in Wasser absolut unlöslichen Verbindung vereinigt. Er entzieht also dies dem schwefelsauren Kalk, der Bittererde, Thonerde, dem Eisenoxyd, auch dem Natron, und diese Basen gehen dadurch gleichfalls in zum Teil unlösliche kohlensaure Salze bezw. in Hydroxyde über. Er bewirkt also eine vollständige Entfernung dieser löslichen schwefelsauren Verbindungen sammt den Basen aus dem Wasser, welches den Stein erfüllt; ein nachträgliches Ausblühen dieser Salze kann demnach nicht stattfinden.

Ein Ueberschuss von dem unlöslichen kohlensauren Baryt ist keineswegs schädlich, er muss sogar zugegeben werden, da einmal die Mischung des Thones mit kohlensaurem Baryt doch niemals so innig wird bewerkstelligt werden können, dass derselbe vollständig zur Wirkung gelangen kann, dann vollzieht sich auch die Verbindung nicht so rasch, dass man bei Zusatz nur der notwendigen Menge kohlensauren Baryts auf eine vollständige Unlöslichmachung der schwefelsauren Salze wird rechnen können. Bei einem Gehalte von 0,1 pCt. schwefelsaurem Kalk im Thon wird man zur Zersetzung nur 0,127 pCt. kohlensauren Baryts bedürfen; man steigert aber den Zusatz in der Regel bis auf 2 pCt. von natürlichem kohlensauren Baryt, Witherit; von dem künstlich hergestellten, feiner zerteilten, aber etwas teueren Präparat wird man den Zusatz noch verringern können.

Verwendet man aber als Zusatz zum Thone Chlorbarium, so wird man mit der Menge des Zusatzes noch erheblich heruntergehen können, sogar müssen. Chlorbarium ist ein im Wasser leicht lösliches

Salz, welches, wenn im Wasser gelöst, leicht allen Teilen des Thones zugeführt werden kann und sofort seine Wirkung ausübt. Man wird jedoch damit etwas sorgfältiger arbeiten müssen. Chlorbarium fällt zwar alle Schwefelsäure aus, an Stelle deren treten aber lösliche Chlorcalcium—, Chlormagnesium—, Chloraluminium— Verbindungen, die, da sie leicht löslich sind, zwar viel später als Ausscheidungen auf den Oberflächen sich werden bemerkbar machen, aber doch in grösseren Mengen vermieden werden müssen. Man wird aber auch jeden Ueberschuss von Chlorbarium vermeiden müssen, da derselbe, wenn vorhanden, mit den anderen Salzen gleichfalls auf die Oberfläche wird gelangen können und als ein gut kristallisierendes Salz sich leicht auf den Oberflächen abscheiden und nach dem Brennen durch teilweise Zersetzung und Bildung von kieselsaurem Baryt sich bemerklich machen wird. Es ist in diesem Falle immer notwendig, dass vorher in dem Thon und in dem zur Aufweichung bestimmten Wasser auf analytischem Wege genau die erforderliche Menge Chlorbarium bestimmt wird, um einen Ueberschuss des Zusatzmittels zu vermeiden. Man wird für einen Gehalt des Thones und Wassers von 0,1 pCt. schwefelsaurem Kalk (resp. anderen schwefelsauren Salzen) immer nur einen Zusatz von 0,170 pCt. kristallisiertes Chlorbarium nehmen dürfen. Ein Ueberschuss wirkt in gleicher Weise wie der schwefelsaure Kalk, nur nicht so energisch. Die Notwendigkeit der vorher anzustellenden Analyse, die Veränderungen, welche in dem Gehalte an schwefelsauren Salzen in dem Thon und Wasser vorkommen können, lassen indessen diese Methode als weniger empfehlenswert erscheinen.

Es ist deshalb von dem chemischen Laboratorium für Thonindustrie, Prof. Dr. H. Seger & E Cramer, Berlin N. W. 5, ein Verfahren ausgearbeitet worden, das die beiden eben beschriebenen Methoden der Anwendung von kohlensaurem Baryt und Chlorbarium vereinigt und so neben dem Vorteil der Billigkeit die Sicherheit des Erfolges gewährleistet. Ich lasse die Beschreibung des Verfahrens hier folgen:

Mehrere Flaschen von ca. $^1/_2$ l Inhalt werden mit je 100 g des zu untersuchenden Thones beschickt. Zu dem Thone wird dann soviel Wasser gegeben, dass die Flaschen etwa drei Viertel voll sind. Dann wird jede Flasche durchgeschüttelt, damit sich der Thon im Wasser fein verteilt und so einen dünnen Schlamm bildet. Zu jedem dieser aufgeschlämmten Thone wird eine bestimmte Menge Chlorbaryumlösung hinzugegeben, deren Gehalt bekannt ist. Am

zweckmässigsten nimmt man eine ziemlich dünne Chlorbaryumlösung, die in 1 ccm — 0,01 g Chlorbaryum enthält. Man nummeriert die Flaschen und setzt zur ersten 1 ccm, zur zweiten 2 ccm und so fort. Man kommt hierbei natürlich rascher zum Ziel, wenn man den Gehalt des Thones an Schwefelsäure ungefähr kennt. Die Flaschen lässt man unter öfterem Umschütteln zwölf Stunden lang auf einem geheizten Wasserbade stehen und giebt dann zu jeder Flasche etwas gelöschten Kalk, um das Absetzen des Thones zu beschleunigen. Von der überstehenden klaren Flüssigkeit der ersten Flasche werden 100 ccm abgenommen, filtriert und zu dem Filtrat einige Tropfen verdünnter Schwefelsäure gegeben. Sieht man, dass dabei keine weisse Trübung entsteht, so nimmt man die zweite Flasche und operiert ebenso wie mit der ersten; zeigt sich auch hier keine Trübung, so nimmt man die dritte und so fort, bis eine weisse Fällung erkennbar ist. Es ist dann der Punkt gekommen, wo dem Thon mehr Chlorbaryum zugesetzt war, als zum Unschädlichmachen der schwefelsauren Salze erforderlich ist. Man hat nun die Nummer der letzten Flasche, bei welcher kein Niederschlag erfolgte, abzulesen und in den Tabellen nachzusehen, welche Menge Zuschlagsmittel man dem Thone zusetzen muss. Der Tabelle wurde zu Grunde gelegt, dass $^3/_4$ bis $^4/_5$ der im Thon enthaltenen Sulfate durch Chlorbaryum zersetzt werden sollen, während zur Zerstörung des Restes Baryumcarbonat verwendet wird.

Die Einrichtung, welche zur Ausführung der nötigen Bestimmungen von dem genannten Laboratorium verwendet und auf Wunsch auch geliefert wird, ist so einfach, dass sie jeder intelligente Arbeiter handhaben kann. In Betracht kommen:

1. eine kleine Waage, auf der man 100 g mit einer Genauigkeit von $^1/_{10}$ g abwiegen kann, und ein 100 g Gewicht;
2. sechs bis zehn mit Nummern versehene Flaschen (Fig. 1);
3. ebenso viele Glascylinder und Trichter (Fig. 1);
4. eine Bürette mit Flasche (Fig. 2);
5. eine Flasche mit Chlorbaryumlösung von 1 pCt;
6. ein Tropffläschchen mit verdünnter Schwefelsäure (1 : 3);
7. eine Flasche mit gelöschtem Kalk.

Zur Ausführung der Untersuchung werden auf der Waage je 100 g des lufttrocknen oder grubenfeuchten Thones abgewogen und in die nummerierten Flaschen gegeben, wobei das Glasrohr der Flasche nach oben gerichtet sein muss. Jede Flasche wird etwa $^3/_4$ voll mit Wasser gefüllt und kurze Zeit an einen warmen

Ort gestellt, bis der Thon sich im Wasser fein verteilt hat; durch häufiges Umrütteln kann die Auflösung des Thones beschleunigt werden. Inzwischen füllt man die Bürette mit Chlorbaryumlösung, was dadurch geschieht, dass der Hahn 2 geschlossen und Hahn 1 geöffnet wird. Sodann bläst man in den Gummischlauch, bis die Chlorbaryumlösung oberhalb des o-Punktes steigt, und schliesst dann den Hahn 1; durch ein geringes Oeffnen desselben Hahnes lässt man nun die Flüssigkeit bis zum o-Punkt fallen. Jetzt lässt

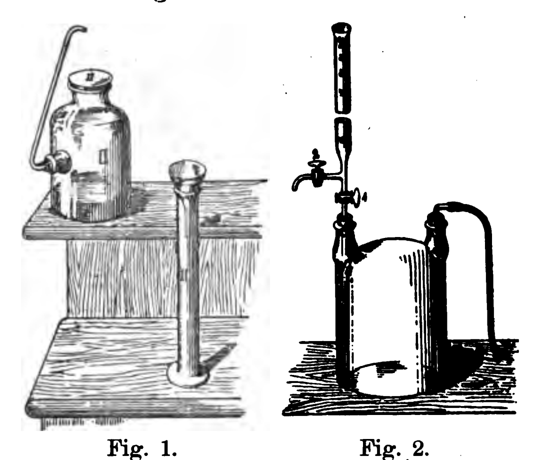


Fig. 1. Fig. 2.

man in die erste Flasche durch Oeffnen des Hahnes 2 Chlorbaryumlösung bis zum 1. Teilstrich = 1 ccm einlaufen. Ebenso giebt man zur zweiten Flasche Chlorbaryumlösung bis zum Theilstrich 2 = 2 ccm, in die dritte bis zum Teilstrich 3 = 3 ccm und so fort, bis man in die letzte soviel Chlorbaryumlösung hat laufen lassen, als die Höhe der letzten Nummer beträgt. Man schüttelt nun ordentlich durch und lässt die Flaschen zwölf Stunden an einem warmen Orte stehen; ist ein Wasserbad vorhanden, so wird man die Flaschen am besten auf ein geheiztes Wasserbad stellen. Nach zwölfstündigem Stehen, während welcher Zeit man die Flaschen zehn- bis zwölfmal umgeschüttelt hat, giebt man soviel Kalkmilch hinzu, dass die Flaschen nahezu gefüllt sind, und nimmt dann nach einiger Zeit von der klar überstehenden Flüssigkeit ca. 100 ccm ab. Um die klare Flüssigkeit ablaufen zu lassen, dreht man das Glasrohr der Flasche so weit herum, dass das Rohr wagerecht steht, und lässt nun die auslaufende Flüssigkeit durch ein Filter in den Stehcylinder, der dieselbe Nummer wie die Flasche hat, laufen. Das kreisrunde Filter wird zuerst zu einem Halbkreis zusammengelegt, dass die Ränder eines jeden Halbkreises gut übereinander liegen, das Filter

also in zwei Hälften durch den Kniff zerlegt ist. Dann wird der einen Halbkreis bildende Filter zum zweiten Male so zusammengelegt, dass ein Viertelkreis entsteht. Die eine Kante muss dabei am zweckmässigsten etwas über die andere hinausragen. Man fasst nun das Filter bei der durch den letzten Kniff entstandenen Spitze, bläst oben hinein, so dass der Filter Trichterform annimmt, und zwar so, dass auf der einen Seite drei Lagen, auf der anderen eine Lage sich befinden. Man giebt das Filter nun in den Glastrichter, schiebt es so weit nach unten, als es die Form des Trichters gestattet, und macht es feucht, wobei man das Filter in dieser Lage festhält. Nun drückt man den oberen Rand des feuchten Filters, ohne es zu beschädigen, mit dem Finger fest an den Glastrichter an; thut man letzteres, so läuft die Flüssigkeit rascher hindurch. Zu dem klaren Filtrat lässt man aus dem Tropffläschchen zehn Tropfen Schwefelsäure tropfen und beobachtet, ob nach einiger Zeit eine weisse Trübung eintritt. Ist letzteres nicht der Fall, so lässt man aus Nr. 2 100 ccm durch ein neues Filter in den Cylinder II ablaufen und prüft wieder mit 10 Tropfen Schwefelsäure. Tritt auch hier noch keine Trübung ein, so macht man es mit Nr. 3 ebenso, bis man, falls in Nr. 3 auch noch keine Füllung sichtbar ist, schliesslich an die Flasche kommt, die auf Zusatz von zehn Tropfen Schwefelsäure einen weissen Niederschlag zeigt. Tritt dieses z. B. in Nr. 6 ein, so ist in Nr. 5 schon genügend Chlorbaryum zugesetzt worden. Man sieht dann in der Tabelle unter V nach, wieviel Chlorbaryum und kohlensauren Baryt man auf 100 kg Thon zur Zerstörung der schädlichen Salze zusetzen muss.

Die Tabelle ist, wenn die Chlorbaryumlösung 0,01 Baryumchlorid in 1 ccm enthält, folgende:

Auf 100 kg Thon braucht man bei einem Verbrauch von

		Chlorbaryum	kohlensaurer Baryt
I =	1 ccm . .	7,5 g	5,0 g
II =	2 „ . .	15,0 „	10,0 „
III =	3 „ . .	22,5 „	15,0 „
IV =	4 „ . .	30,0 „	20,0 „
V =	5 „ . .	37,5 „	25,0 „
VI =	6 „ . .	45,0 „	30,0 „
VII =	7 „ . .	52,5 „	35,0 „
VIII =	8 „ . .	60,0 „	40,0 „
IX =	9 „ . .	67,5 „	45,0 „
X =	10 „ . .	75,0 „	50,0 „

Auf die Ausscheiduug anderer Salze als schwefelsaurer, die auch gewöhnlich viel weniger zur Entstehung von Anflügen beitragen, wird man aber durch einen Zusatz von Barytpräparaten, welcher Art immer, keinen Einfluss erhoffen dürfen.

Auch auf diejenigen Anflüge, welche erst durch die Einwirkung der Feuergase beim Brennprozesse durch unachtsames Schmauchen entstehen, haben die Barytverbindungen in der Regel keinen Einfluss. Die Wirkung der Schwefelsäure, welche sich aus dem Schwefelgehalte der Feuergase entwickelt, erstreckt sich zunächst nur auf die Oberflächen, nicht aber auch auf das Innere der Steine, dann ist die Menge derselben meist so gross, dass die geringe Menge der im Thon enthaltenen Barytverbindungen dagegen keinen nennenswerten Einfluss wird ausüben können. Also nur auf diejenigen Salzmengen, welche im Thon beim Trocknen desselben vorhanden sind, und nur auf die schwefelsauren Verbindungen derselben kann der Zusatz von Baryt eine Wirkung ausüben.

Bei der Besprechung der verschiedenen Thonarten bin ich, mit den edelsten Vorkommen derselben beginnend, von den Kaolinen zu den Schieferthonen und plastischen Thonen übergegangen und habe dann im Anschluss an die letzteren, welche noch in erheblichem Masse für die Terracotten- und Verblendsteinfabrikation in Betracht kommen, überhaupt diejenigen Materialien behandelt, welche auf Grund ihrer geringen Feuerbeständigkeit nur noch für die Zwecke der Toepferei und Ziegelfabrikation Anwendung finden konnten, aber mit Rücksicht auf die beim Brennen erzielten reinen Farbentöne und eine gewisse Widerstandsfähigkeit gegen Witterungseinflüsse zur Erzielung jener edleren Producte der Ziegeleitechnik dienen, die wir eben mit dem Namen Terracotten und Verblendsteine bezeichnen.

Wir haben dann gesehen, dass es bei der Herstellung dieser Fabrikate in vielen Fällen schon ganz besonderer Vorsicht bedarf, um die durch die Hauptbestandteile des Thones eigentlich bedingten characteristischen, reinen Farbentöne beim Brennen zu erzielen, da wir es dabei oft mit löslichen Salzen im Thon zu thun haben, die sich durch Verfärbungen und Anflüge nach dem Brand bemerkbar machen und in der oben besprochenen Weise unschädlich gemacht werden müssen.

Es erübrigt also, nun zum Schluss noch kurz die wesentlichsten Bedingungen zusammen zu stellen, denen ein Material genügen muss, wenn es noch für die besseren Zweige der gewöhnlichen Ziegeleiindustrie bis herab zu dem niedrigsten und doch so unendlich wichtigen Zweig, für die Herstellung von gewöhnlichen Mauersteinen verwendbar sein soll.

Ein Ziegelthon soll frei von grobkörnigen Beimengungen sein und im genügend angefeuchteten Zustande eine so grosse Bildsamkeit besitzen, dass aus der weichen Masse Steine mit scharfen Kanten geformt werden können. Enthält der Thon grobe Beimengungen, so sind dieselben auszuscheiden und einer näheren Prüfung zu unterwerfen, um beurteilen zu können, ob die Beimengungen beseitigt werden müssen, oder ob es genügt, dieselben zu zerkleinern. Ergiebt die Prüfung, dass der Thon durch Quarz, Granit, Feldspat, Thonschiefer oder ähnliche Mineraltrümmer ver-

unreinigt ist, so ist meist ein Zerkleinern derselben angezeigt; enthält der Thon jedoch Marienglas (Gips), Schwefelkies oder kohlensauren Kalk in Form von grösseren eingesprengten Stücken oder Körnern, so ist vorzuziehen, die Beimengungen durch Ausschlämmen zu beseitigen, sofern sich dies Verfahren mit Rücksicht auf das herzustellende Produkt noch entsprechend bezahlt macht.

Zur Ermittelung der Menge und der Art der groben Beimengungen unterwirft man den Thon zweckmässig einer Schlämmanalyse in der früher beschriebenen Form, indem man zur Absonderung der körnigen Beimengungen den durch Aufweichen erhaltenen Thonschlamm durch ein Sieb von 900 Maschen auf den qcm schüttet und den Rückstand hinsichtlich seiner mineralischen Beschaffenheit näher prüft. Ergiebt die Untersuchung die Abwesenheit von Marienglas (Gips), Schwefelkies und kohlensaurem Kalk, so ist ein Schlämmen des Materials meist nicht erforderlich; es genügt dann ein Zerkleinern oder Ausscheiden der körnigen Beimengungen. Zum Schlämmen muss jedoch geschritten werden, wenn die ausschlämmbaren Teile in grösseren Mengen vorkommen und der eigentliche Thon dann eine zu geringe Bildsamkeit hat.

Wenn im Schlämmrückstand Schwefelkies und Marienglas gefunden wird, so ist ein Schlämmen sehr geboten, weil beide Stoffe das Aussehen und die Haltbarkeit der gebrannten Ware leicht beeinträchtigen. Kommen der Schwefelkies und das Marienglas ausschliesslich in Stücken über Haselnussgrösse vor, so genügt es, den Thon durch einen Thonreiniger gehen zu lassen, welcher die groben Stücke aushält; doch muss auch hier bemerkt werden, dass dies Verfahren nicht bei allen Thonen durchführbar ist und im allgemeinen für Hintermauerungssteine keine Anwendung findet.

Bei der Anwesenheit von kohlensaurem Kalk in Stücken oder Körnern ist es erforderlich, zu prüfen, ob der Kalk nach dem Brennen löschfähig ist oder nicht. Um dies zu prüfen, wird der Schlämmrückstand mit 20% Thon verformt, und der erhaltene Ziegel bei verschieden hohen Temperaturen gebrannt. Kohlensaurer Kalk in feiner Verteilung ist nicht schädlich, wenn der Gehalt 30% nicht übersteigt. Das Gleiche trifft zu, wenn der stückige Kalk sich totbrennt. Die gebrannten Steinchen sind in feuchter Atmosphäre aufzubewahren und zu beobachten. Zeigen dieselben nach längerer Zeit keine Veränderung, so ist der Kalk nicht löschfähig, also unschädlich. In diesem Falle kann von einem

Ausschlämmen der Kalkstücke abgesehen und eine Zerkleinerung der Körner als ausreichend erachtet werden. Zerfallen jedoch die Proben durch Aufnahme der Feuchtigkeit aus der Atmosphäre, so muss der Thon geschlämmt werden.

Der zur Ziegelfabrikation taugliche Thon, bezgl. der von schädlichen Beimengungen befreite Thon soll mit Wasser aufgeweicht eine bildsame Masse ergeben, die sich zu scharfkantigen Steinen verformen lässt. Die Thone, welche sich auf einer Strangpresse verarbeiten lassen, sind solchen, welche dies nicht zulassen, vorzuziehen. Die geformten Ziegel sollen sich beim Trocknen und Brennen unter Beobachtung der notwendigen Vorsichtsmassregeln nicht verziehen, verkrümmen oder rissig werden. Die Schwindung während des Trocknens soll in der Regel 8% nicht überschreiten und darf nur bei gewissen Thonsorten (Verblendsteine und Falzziegelthonen) bis zu 8% gehen. Materialien, welche eine grössere Schwindung zeigen, oder welche sich während des Trocknens verziehen, müssen gemagert werden. Die trockenen, zu Ziegeln verformten Thone müssen eine solche Festigkeit besitzen, dass sie durch eine Belastung von 15 kg pro qcm nicht zerdrückt werden. Im Brennofen langsam erhitzt, dürfen die trockenen, zu Ziegeln verformten Massen nicht zerspringen. Die gebrannten Ziegel sollen eine Druckfestigkeit von mindestens 120 kg pro qcm besitzen. Die Oberfläche derselben soll reinfarbig sein, insbesondere keine Verfärbungen zeigen, welche auf lösliche Salze zurückgeführt werden können, die im rohen Thon vorhanden oder infolge unsachlichen Brennens entstanden sind. Die Gesamtschwindung während des Trocknens und Brennens soll 12% nicht übersteigen. Beträgt die Brennschwindung allein über 6%, so verursacht das Brennen Schwierigkeiten. Ein Material mit geringer Schwindung ist einem solchen von starker Schwindung vorzuziehen, wenn die übrigen Erfordernisse gleich gut erfüllt werden. Thone, welche zu Steinen verformt, nach dem Brennen eine glatte Oberfläche zeigen, eine Druckfestigkeit von 300 — 500 kg pro qcm aufweisen und deren Porosität 4 — 10% nicht übersteigt, sind als Verblendsteinmaterialien anzusprechen. Zu Dachfalzziegeln sind Verblendsteinmaterialien meist zu verwenden, wenn sie so bildsam sind, dass sie die gewünschte Form annehmen, Zu Klinkern sind diejenigen Thone zu empfehlen, bei welchen die Dichtbrenn-oder Klinkertemperatur und der Schmelzpunkt mindestens 5 Segerkegelnummern auseinander liegen.

So einfach und wenig umfangreich diese vorstehenden Bedingungen auch zu sein erscheinen, giebt es doch eine ganze Anzahl Fälle, bei denen nur auf Grund allersorgfältigster Prüfung das Richtige aus dem oben Gesagten herausgegriffen werden kann. Ich lasse zur Characteristik dieser Worte das Beispiel eines Ziegelthones folgen, der bei sonst ziemlich normalen Eigenschaften gerade beim Brennprocess ein durchaus anormales Verhalten zeigte, und der mir deshalb Veranlassung wurde, das was ich über die Eigenschaften des Quarzes an anderer Stelle gesagt habe, durch eingehende Versuche zu belegen.

Das Material sollte nicht nur für die Herstellung von gewöhnlichen Hintermauerungssteinen, sondern auch von Biberschwänzen und Drainrohren Verwendung finden.

Die mir übersandten Proben — gezeichnet: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8. 9, 10 — wurden, von verschiedenen Stellen des Lagers entnommen, jede für sich einer Schlämmuntersuchung unterworfen, und es wurde dabei gefunden, dass das Material sämtlicher Proben sehr feinkörnig war und auf einem Siebe von 900 Maschen nur folgende Rückstände verblieben:

1. 4,2%, 2. 2%, 3. 1,6%, 4. 1,7%, 5. 3,7%, 6. 4,1%, 7. 1,5% 8. 2,6%, 9. 1,3% 10. 1,7%.

Diese Rückstände, welche bei allen Proben gleichartigen Character hatten, bestanden aus Sand und für die Fabrikation unschädlichen Gesteintrümmern, und erreichten vereinzelte dieser Trümmer höchstens Erbsengrösse. Es ist hierbei noch hervorzuheben, dass gerade die grösseren Trümmer sich verhältnismässig sehr leicht zerdrücken liessen.

Schädliche Bestandteile in körniger Form wurden nicht gefunden, des ferneren auch keine schädlichen löslichen Salze.

Die verschiedenen Proben des Materials verhielten sich beim Anmachen mit etwas über 20% Wasser so, dass aus denselben nicht nur mittels Handstrich ein sauberer Stein hergestellt werden konnte, sondern dass es auch gelang, auf einem kleinen Laboratoriums-Thonschneider einen sauberen Strang zu erzeugen, obgleich unverkennbar eine gewisse Neigung bei der Kürze des Materials vorhanden war, in den Ecken des Stranges einzureissen, d. h. sogenannte Drachenzähne zu bilden, was aber vielleicht mit darauf zurück geführt werden kann, dass das Mundstück des Laboratoriums-Thonschneiders nicht bewässert war.

Beim Trocknen zeigte sich das Material ausserordentlich wenig empfindlich und wies im ganzen eine Schwindung von ca. 6 % im Durchschnitt auf. Ein Verziehen, Verkrümmen oder Reissen wurde trotz beschleunigter Trocknung nicht constatiert, dagegen eine erhebliche Härte und Widerstandsfähigkeit des lufttrocknen Steines, die eigentlich zu der Kürze des Materials in Widerspruch steht.

Von grossem Interesse sind die bei den Brennversuchen erhaltenen Resultate:

Es wurden zunächst eine Anzahl Probesteine, welche einzeln aus den verschiedenen Proben 1 — 10 hergestellt worden waren, bei einer Temperatur von Segerkegel 012 gebrannt, entsprechend etwa 890°C., d. h. einer Temperatur, welche etwas unter normalem Ziegelbrande liegt.

Die bei dieser Temperatur gebrannten Steine hatten keinen besonders hellen Klang, machten aber sonst den Eindruck von Hintermauerungssteinen mittlerer Qualität. Der geringe Klang der Steine veranlasste zu dem Versuche, ob durch Brennen bei höherer Temperatur dem Steine ein dichteres Gefüge, ein hellerer Klang und dementsprechend eine grössere Festigkeit gegeben werden könne, da diese Eigenschaften bei den erstgebrannten Probenmaterialien anscheinend nicht besonders scharf entwickelt waren.

Es wurde deshalb eine weitere Partie aus den einzelnen Materialien hergestellter Steine bei Segerkegel 08 bezgl. 990°C. gebrannt, d. h. einer Temperatur, welche etwas über normalem Ziegelbrande liegt. Die hierbei erzeugten Steine wiesen indessen trotz des erheblich schärferen Brandes keineswegs einen helleren Klang, aber eine geringere Festigkeit auf, wie sich durch einfaches Zerschlagen schon oberflächlich constatieren liess. Eine Vergrösserung der schon beim Trocknen eingetretenen Schwindung war nach diesem Brande kaum zu bemerken, wie auch nicht bei dem vorhergehenden Brande, und hatte sich die für die Trockenschwindung gefundene Procentzahl um etwa ½ vermehrt.

Die Prüfung der bei den verschiedenen Temperaturen gebrannten Steine auf Porosität ergab das interessante Resultat, dass die bei schwacher Temperatur (Segerkegel 012) hergestellten Objecte noch ca. 10 % ihres Gewichtes an Wasser aufzusaugen vermochten, während die bei der höheren Temperatur (Segerkegel 08) gebrannten Steine 16 % Wasser aufnahmen, also eine erheblich grössere Porosität aufwiesen, als die schwach gebrannten Steine. Diese

Erscheinung gab zu der Annahme Veranlassung, dass die vorher erwähnte Kürze, bezgl. geringe Plasticität des Materials auf einen erheblichen Gehalt an feinem Sand zurück zu führen sei, dass mit der höheren Temperatur die Treiberscheinung des Sandes im Material gewachsen war, und das Bestreben der übrigen Bestandteile, zu einem dichten Scherben zu brennen, überwogen, also das Gefüge des Steines mit der gesteigerten Temperatur mehr gelockert hatte.

Die Prüfung auf Druckfestigkeit wurde in der Weise vorgenommen, dass die Steine, welche eine Grösse von 3×6×12 cm hatten, in der Mitte auseinander gesägt, mit Cementmörtel aufeinander gekittet und die Druckflächen mit einer dünnen Cementmörtelschicht abgeglättet wurden. Die Prüfung der bei Kegel 08 gebrannten Stücke ergab eine mittlere Druckfestigkeit von 104 kg auf den qcm, während dieselbe bei einem normalen Fabrikat 120 kg pro qcm betragen soll. Die bei Kegel 012, also der erheblich geringeren Temperatur, gebrannten Steine gaben nun bei der Prüfung das sehr interessante Resultat einer mittleren Druckfestigkeit von 149 kg auf den qcm.

Es wurde das Material als ein wenig plastischer Lehm erkannt, der einen hohen Gehalt an feinem Sand, aber einen geringen Gehalt an grösseren und dabei unschädlichen Bestandteilen enthielt.

Das Material verursachte infolge seiner Kürze beim Verarbeiten auf der Strangpresse einige Mühe und ergab bei etwas unter normalem Ziegelbrande einen ziemlich porösen, wenig klingenden Stein von leidlicher Festigkeit.

Es war deshalb zur Erleichterung der Fabrikation und Verbesserung der Qualität des Steines zu empfehlen, demselben einen gewissen Procentsatz an fetterem Material hinzuzusetzen, wenn dieses ohne besondere Schwierigkeiten zu haben war.

Es dürfte hierdurch möglich sein, bei normalem Ziegelbrande einen recht guten Stein zu erzeugen, der eine ausgiebigere Verwendung gestattet und auch für die Benutzung als Rohbaustein die nötige Dichte und Festigkeit erlangen würde, und ist dieses Mittel, wenn durchführbar, besonders deshalb zu empfehlen, weil durch ein schärferes Brennen allein im gewöhnlichen Ringofen ohne Zusatz von fetterem Thon die Qualität des Fabrikates nicht zu verbessern ist, wie wir später sehen werden, da die hierbei in Betracht kommenden Temperaturen zu hoch sind.

Bei der Verwendung des hier in Frage kommenden Materials für die Herstellung von Drainröhren könnte als einziges Bedenken hindernd im Wege stehen, dass dasselbe eben sehr wenig plastisch ist und sich infolge dessen auf der Strangpresse mit einiger Mühe zu dünnwandiger Ware verarbeiten lassen würde, ferner die bei schwachem Brande verhältnismässig geringe Festigkeit des Scherbens. Die Porosität des gebrannten Fabrikates kann bei Drainröhren nur günstig mitsprechen. Da sich aber bei den obigen Versuchen gezeigt hat, dass das Material sehr feinkörnig und ohne nennenswerte gröbere Bestandteile ist, ferner sich auf dem Laboratoriumsthonschneider doch noch zu einem sauberen Strang pressen liess, kann man wohl mit Recht annehmen, dass dies auch bei der Herstellung von Drainröhren noch durchführbar sein wird. Die geringe Empfindlichkeit beim Trocknen ist gerade für die Herstellung dünnwandiger Ware sehr günstig und würde man es durch Zusatz einer geringen Menge fetten Ziegelmaterials auch hier bequem in der Hand haben, die Fabrikation zu erleichtern. Es gilt dies auch wieder für den Brennprocess, da es dann möglich ist, bei normalem Ziegelbrande ein genügend festes Erzeugnis herzustellen.

Bei der Fabrikation von Dachziegeln oder Biberschwänzen, welche auf der Strangpresse hergestellt werden sollen, kommt es darauf an, dass dieselben nicht nur eine saubere Form beim Pressen erhalten, sondern diese auch beim Trocknen und Brennen bewahren, sich also nicht verziehen und krümmen und nach dem Brande einen wenig porösen, also dichten und festen Scherben haben.

Den ersten Bedingungen dürfte mit dem Material zu genügen sein.

Zur Erzielung einer genügenden Dichte und Festigkeit nach dem Brande, auch ohne Zusatz anderer fetter Materialien, wurden Probestücke nach einander Temperaturen von Kegel 06 (1030° C.) 0,4 (1070° C.) ,02 (1110°C.). 1(1150° C.), 3(1190° C.),5(1230° C.),7 (1270° C.) und 10(1330° C.) ausgesetzt.

Es zeigte sich dabei, dass die Porosität, welche bei Kegel 012 nur 10% betragen hatte und dann bei Kegel 08 auf 16% gestiegen war, bei Kegel 06 am grössten wurde und zwar mit 20, 7%, während sie bei Kegel 04 wieder auf 18% gesunken war, bei Kegel 02 auf 15, 5%, bei Kegel 1 auf 12% und bei Kegel 3 nur noch 1, 6% betrug.

Die Form des Probestückes war bei „3“ noch tadellos erhalten mit vollen scharfen Kanten, während bei Kegel 5 bereits Spuren von Erweichung eintraten, die bei Kegel 7 zu einer merklichen Deformation des Stückes führten und bei Kegel 10 war ein Schmelzen des Thones zu constatieren. Da ferner die in der Masse vorhandenen gröberen Bestandteile in den Probestücken nicht zerkleinert worden waren, war zu bemerken, dass bei Segerkegel 5 bereits ein Schmelzen der stark eisenhaltigen gröberen Mineraltrümmer eintrat und zu einem Auslaufen derselben führte, während bei Kegel 3 gewissermassen nur ein Aufquellen und Austreten derselben bemerkt wurde.

Es ist aus diesen weiteren Brennversuchen folgendes Resultat zu entnehmen:

Bei einer Steigerung der Temperatur bis Kegel 06 findet eine Zunahme der Porosität und eine Abnahme der Festigkeit des Scherbens statt, was wiederum durch die Treiberscheinungen des Sandes zu erklären ist.

Erst oberhalb Kegel 06 tritt eine stetige Abnahme der Porosität und Zunahme der Festigkeit ein, welche bei Kegel 1 schon erheblich ist und bei Kegel 3 zu einem fast dichten Scherben führt, der wegen seiner geringen Wasseraufnahmefähigkeit (ca. 1 $^1/_2$ %) als Klinker bezeichnet werden kann, um so mehr, als bei der letzten Temperatur die Form des Stückes noch tadellos erhalten ist und erst bei Kegel 10, also 7 Kegelnummern höher, eine Schmelzung des Materials zu bemerken war, und waren in Wirklichkeit die erbrannten Probesteine von recht guter Qualität.

Es würde also, um einen wetterbeständigen Biberschwanz und auch Falzziegel zu erzeugen, nötig sein, dieselben bei einer Temperatur von Segerkegel 2 zu erbrennen, während Eisenklinker bei Segerkegel 3 gebrannt werden müssen.

Für Drainröhren würde ebenfalls eine Temperatur von etwas über Segerkegel 1 in Betracht kommen und zwar unter dem Gesichtspunkte, dass durch einen Zusatz von fetteren Materialien eine genügende Dichte und Festigkeit nicht schon bei geringerem Brenngrade herbei zu führen wäre.

Analyse des Materials.

Kieselsäure, SiO_2	74,26 %	
Thonerde, Al_2O_3	13,20 „	
Eisenoxyd, Fe_2O_3	6,85 „	
Glühverlust, Alkalien, etc. . .	5,69 „	nicht best.
	100,00 %	

Ich lasse diesen interessanten Befunden zum Schluss noch die vorstehende allgemeine Analyse folgen, welche zwar infolge des hohen Kieselsäuregehaltes zu der Annahme berechtigt, dass wir es hier eventuell mit einem kurzen, wenig plastischen Material von reichlichem Sandgehalt zu thun haben, uns aber im Uebrigen vollständig im Unklaren darüber lässt, wie sich die einzelnen Bestandteile an SiO_2, Fe_2O_3, und Al_2O_3 auf die Thonsubstanz, die unzersetzten oder sporadisch beigemengten Mineraltrümmer und auf freien Quarz verteilen, und doch ist gerade das Mengenverhältnis dieser drei Grundbestandteile zu einander ausschlaggebend für den Character des Materials und für die Resultate, die mit demselben zu erzielen sind. Es ist ganz characteristisch, dass wir in dem vorliegenden Fall zwar keineswegs die Kenntnis des chemischen und physikalischen Verhaltens der einzelnen Bestandteile, wohl aber die allgemeine chemische Analyse allein von dem gesamten Prüfungsgange hätten entbehren können; wohl hätte uns aber die rationelle Analyse in diesem Falle wertvolle Anhaltspunkte geben können während dieselbe im Allgemeinen bei der Prüfung von Ziegelthonen nicht durchgeführt zu werden braucht.


Telephon-Amt No. 6. 2229.
Telegramm-Adresse: Trockenprocess Berlin.
Möller & Pfeifer
Berlin W. 10,
Friedrich-Wilhelmstr. 19.
liefern als
Specialität
für alle Producte der
Thonwaaren-,
Cément-Industrie
und verwandte
Zweige
Trocken-Anlagen.
Für alle
Rohmaterialien
Trocken-
Trommeln.
Schlamm-Trockner.
Für geformte Waaren
Trocken-Kanäle.
In Verbindung mit
Kanalbrennöfen
Ziegelfabriken
mit geringstem Raumbedarf,
geringstem Kohlenverbrauch, geringster
Bedienung.
Prospecte, Kostenanschläge u. Pläne kostenlos.

Handbücher der keramischen Industrie für Studierende und Praktiker von Carl Loeser, Dipl.-Ingenieur.

II. Teil.

Aufsuchen, Abbohren und Bewertung von Lehm-, Ton- und Kaolin-Lagern.

1904.
Ludw. Hofstetter, Verlag in Halle a. S.

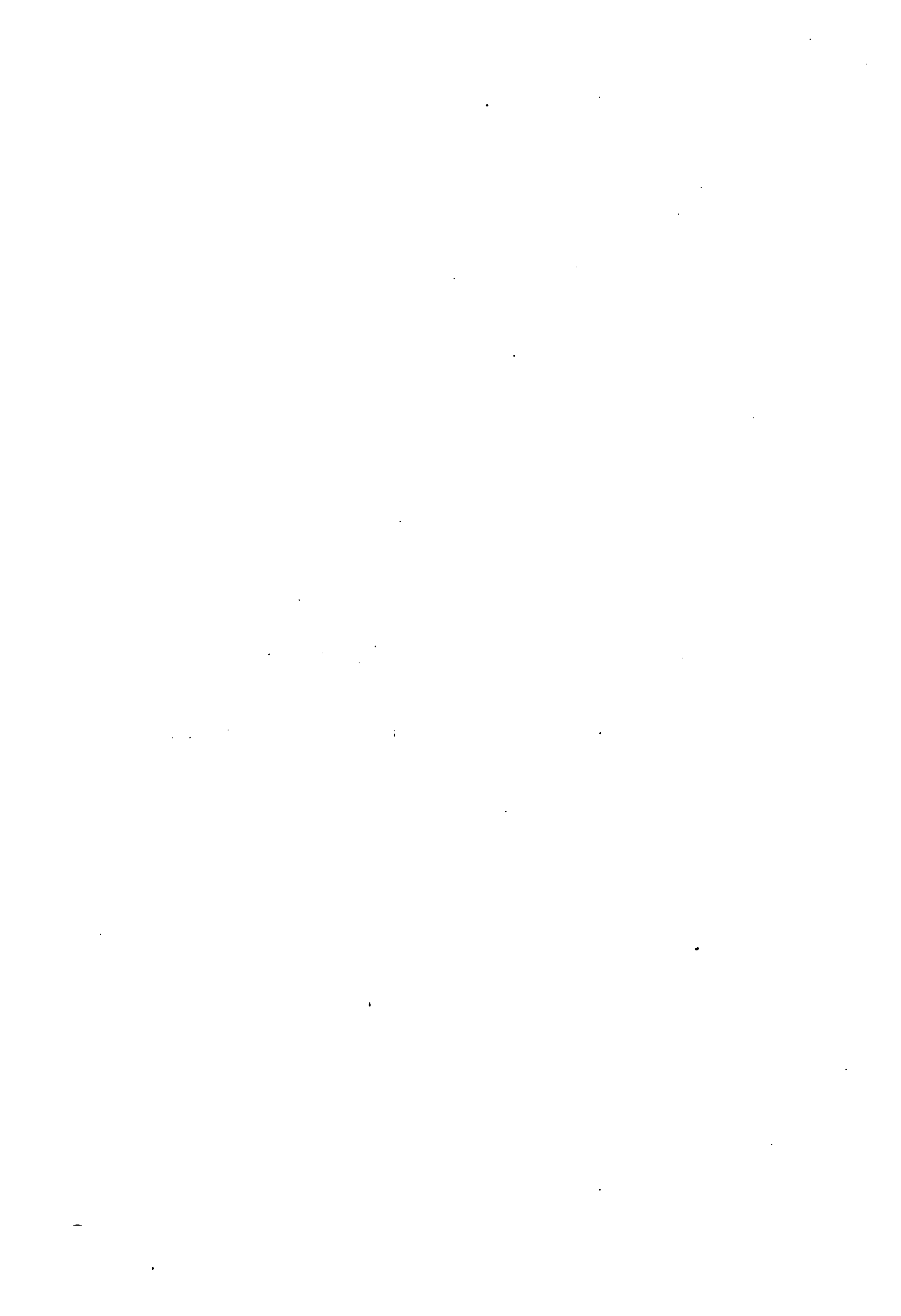
Dem Andenken

PAUL MARCH'S

des verdienstvollen langjähr. Vorsitzenden

des

Deutschen Vereins für Ton-, Zement- und Kalkindustrie.



Vorwort.

Dem zweiten Teil meiner „Handbücher der keramischen Industrie" will ich nur wenige Geleitworte mitgeben. Der Titel des Buches möge hier eine kurze Erklärung finden.

Wenn von Aufsuchen von Tonlagern gesprochen wurde, so soll nicht gezeigt werden, wie man etwa nach bestimmten Rezepten, Lehm-, Ton- und Kaolinlager finden könne, sondern es wird angestrebt, den jungen Studierenden mehr und mehr für das Studium der Geologie und ihrer Nebenwissenschaften zu interessieren und zu zeigen, wie wir aus diesen bestimmte Hinweise gewinnen können, wo und wann wir auf Rohmaterialien der erwähnten Art treffen, und von welcher Beschaffenheit dieselben voraussichtlich sein können. Deshalb auch bringt das Buch in seinen ersten Kapiteln eine kurze Darstellung des geologischen Aufbaues der Erde nach dem kleinen handlichen Werk von Professor Dr. Eberhard Fraas, Sammlung Göschen, Leipzig, dessen Studium zum weiteren Selbstunterricht bestens empfohlen sei.

Herr Dr. M. Fiebelkorn, Berlin, gestattete mir in freundlichster Weise die Benutzung einzelner Arbeiten, die eine vorzügliche Ergänzung zu den oben erwähnten kurzen geologischen Ausführungen bilden und die Brücke zu den mehr praktischen Interessen sind.

In den weiteren Kapiteln kommen nun die für den Praktiker wesentlichsten Gesichtspunkte zu einer umfassenden Behandlung, nach denen man ein Tonlager bewerten kann, dann aber, wie man auf Grund spezieller Untersuchungen sich eine absolute Sicherheit über den Wert eines Lagers schafft und endlich, wie diese speziellen Untersuchungen durchzuführen seien.

Als Quellen dienten hierbei neben einer vorzüglichen Arbeit von Emil Reich, Berlin, über Bohrwerkzeuge, ausschliesslich meine in der Praxis gesammelten Erfahrungen, ebenso wie für die dann

folgende Beschreibung einer Reihe so untersuchter und bewerteter Ton- und Kaolinlager.

Diese Beschreibungen fussen auf Gutachten, die ich im Laufe der Jahre als häufig beanspruchter Sachverständiger für die Fragen, die dieses Buch umfasst, erstattet habe. Es war mir so Gelegenheit geboten, ein reiches Material zu sammeln, das natürlich hier nur in einzelnen Beispielen und teilweise auch in gekürzter und aus bestimmten Gründen geänderter Form wiederzugeben war.

Leider habe ich bei meiner Tätigkeit die Bemerkung machen müssen, dass die Seele des ganzen Tonwarenbetriebes, das Rohmaterialienlager, oft mit einer Gleichgültigkeit behandelt wird und mit einer Unkenntnis bezüglich seines möglichen Wertes, dass zuweilen die schwersten Verwicklungen für anscheinend blühende Werke in wenigen Jahren vorauszusehen waren, wenn man verspätet erst diejenigen Schritte tat, die von Anfang an hätten getan werden müssen.

Für alle, die ihr Tonlager nicht kennen, soll das kleine Buch ein Warnungsruf sein, und wird es mir Freude bereiten, wenn ich aus den durch Untersuchung von Tonlagern gesammelten Erfahrungen der Allgemeinheit Nützliches bringen kann.

Halle a. S., im April 1904.

Dipl.-Ing. **Carl Loeser.**

Inhaltsübersicht.

I. Kapitel.

Allgemeine Merkmale, die auf das Vorhandensein von Tonlagern schliessen lassen.

Die Erfolge vorsichtiger Forschung haben gezeigt, dass es nicht angebracht ist, bei dem rastlos betriebenen Bemühen, der Erde Stoffe zu entreissen, die geeignet sind, in der bildenden Hand des Menschen sich zu nutzbaren, gewinnbringenden Erzeugnissen umzuwandeln, den Zufall oder das Glück seine Rolle spielen zu lassen, dass vielmehr in den meisten Fällen ein systematisches Vorgehen zum Erfolge führt, besonders wenn es sich um die Aufgabe handelt, eine wenig erforschte Gegend der Industrie zu erschliessen.

Die Erde hat sich in der scheinbar zügellosen Entfaltung der ungeheuren Naturkräfte doch nach gewissen Gesetzen gebildet, und diese Regelmässigkeit mit ihren Folgeerscheinungen verrät uns oft, was im Inneren verborgen ist.

Wenn wir Aufschluss erhalten wollen, ob die Rohmaterialien, deren wir bedürfen, um der Nachfrage nach keramischen Erzeugnissen der verschiedensten Art gerecht zu werden, also vor allem die Tone, in einer bestimmten Gegend sich vorfinden, so werden wir danach trachten müssen, zunächst äussere Anzeichen zu suchen, die darauf hinweisen, dass ähnliche Materialien vorhanden sein können.

In hervorragender Weise wird dies, wie eben gesagt, bei der Erschliessung neuer Gegenden und Länder zu beachten sein, wo das Bedürfnis sehr stark und plötzlich auftritt, die unterirdischen Schätze dem Menschen dienstbar zu machen. In einem Gelände, das noch nicht bis ins kleinste durchforscht und nach allen Gesichtspunkten betrachtet worden ist, wird man nicht sogleich in der Lage sein, diese oder jene Stelle zur Entnahme von Rohmaterialien für keramische Zwecke als geeignet zu erkennen, sondern man wird

gezwungen sein, mit kritischem Auge ganze Gegenden zu durchwandern und auf jedes Merkmal zu achten, das das Vorhandensein der gesuchten Stoffe andeuten könnte.

Jeder Hohlweg, jede Böschung, jeder Fluss- und Grabenrand giebt ein kleines Profil der oberen Erdrinde und vermittelt ein Urteil über die Beschaffenheit der Bestandteile der näheren Umgebuug.

Ein Bach fliesst ruhig und glatt dahin; plötzlich ändert er in gleichmässig verlaufender Gegend sein Gefälle; er läuft eben seit Jahrhunderten über eine festere, zähere Erdmasse, die seiner abspülenden Tätigkeit ein Hemmnis war, während bei der Änderung der geologischen Beschaffenheit des Geländes, beim Übertritt in eine leichter lösliche Schicht, seine zehrende Arbeit grösseren Erfolg hatte und tiefe Einschnitte und damit stärkeres Gefälle hervorrief. Der Punkt des Gefällwechsels ist charakteristisch; er wird in die Landschaftsskizze oder in die vorhandene Karte mit den übrigen, sich an der Stelle zeigenden Merkmalen eingetragen werden.

Sickerwässer, welche von der Bodenoberfläche in die Tiefe dringen, auf einer Tonschicht Halt machen und auf ihr entlang fliessen müssen, treten erst bei einem Aufschlusse vielleicht oder an einem Bergesabhange in Gestalt einer Quelle wieder zu Tage. Je nach der Jahreszeit wird diese Quelle naturgemäss mehr oder weniger fliessen und im heissen Sommer bisweilen ganz versiegen, sodass das Nichtvorhandensein von Quellen an Abhängen etc. noch kein direkter Beweis dafür ist, dass die wasserundurchlässige Schicht fehlt.

Wichtig sind auch diejenigen Punkte bezüglich Plätze, an denen gewisse Pflanzen ein gedeihliches Fortkommen finden: die Hahnenfussarten, der Huflattich, Riedgräser, Gänserich, Tausendgüldenkraut und andere siedeln sich dort an, wo ständig im Boden Feuchtigkeit in höherem Masse vorhanden ist, als sie andere Pflanzen vertragen können. Da nun Ton und Lehm wasserundurchlässige Materialien sind, so wird sich über ihren Lagerstätten sehr oft in der deckenden Humusschicht eine Wassermenge sammeln, die nicht durch Versickern verschwinden kann, sondern langsam verdunstet, zumal in Ebenen, wo ein grosses Seitengefälle nicht vorhanden ist, und die Tagewässer nach Gräben und Bächen nicht mühelos ihren Weg finden. Solche Stellen stagnierender Feuchtigkeit, erkannt durch den Charakter ihrer Flora, werden auch in die Reihe der zu beobachtenden Punkte eingeschlossen werden müssen.

Trägt man nun in eine Skizze die auf diese Weise gewonnenen Merkmale ein, so wird in vielen Fällen die Verbindung solcher durch

Linien ein Bild davon geben, wo etwa Grenzen einzelner Lagerstätten sich befinden können, und man wird von selbst darauf hingewiesen werden, dieser oder jener Gegend seine besondere Aufmerksamkeit zu widmen, um noch weitere Nachweise über die Wahrscheinlichkeit des Vorkommens von Tonlagern zu erlangen.

Wollte man indessen gleich nach dem Auffinden vereinzelter Anzeichen grosse Nachgrabungen veranstalten und sein ganzes Augenmerk auf einen kleinen Platz hin richten, so würde man oft bald die Arbeit aufgeben müssen, weil sie umständlich, zeitraubend und kostspielig wird und der Erfolg zu zweifelhaft ist. Die Beobachtungen müssen eben von verschiedenen Punkten aus alle mit grosser Regelmässigkeit auf ein bestimmtes Feld hinweisen, ehe man zu den weiteren Arbeiten schreitet, die bei grosser Sicherheit für die zu erlangenden Resultate aber stets mit nennenswerten Kosten verbunden sind. Es hat aber ein solches einleitendes Verfahren den Vorteil, dass man es unbemerkt ausführen kann, dass man nicht sofort die ganze Umgebung mit seiner Absicht bekannt macht und dadurch die Möglichkeit des Erwerbes der betreffenden Ländereien erschwert und so wieder die Durchführung des geplanten Unternehmens in Frage stellt.

II. Kapitel.

Kurzer Überblick über den geologischen Aufbau der Erde und seine Beziehung zu den Tonlagerstätten.

Wir haben aus den vorhergehenden Ausführungen gesehen, dass bestimmte Merkmale, welche die äussere Gestaltung einer Gegend aufweist, unser Augenmerk mit einiger Wahrscheinlichkeit auf das Vorhandensein von Tonlagern zu lenken vermögen, und dass uns diese Anzeichen vor allem dann willkommen sein müssen, wenn

wir andere Unterlagen entbehren, wie es z. B. bei kolonialen Bestrebungen meist der Fall ist. Es macht sich gerade in solchen Fällen die Erschliessung von Fundstätten gewöhnlicherer Tone für Baumaterialien bei der fieberhaften Art, mit der heute die Kultur von Land zu Land getragen wird, oft sehr schnell nötig.

Trotz alledem spielt bei diesem Verfahren der Zufall doch zuweilen eine böse Rolle, sodass wir es nicht genug schätzen können, wenn man allerorten bestrebt ist, Männer mit reichen geologischen Kenntnissen und Erfahrungen bei Erschliessung neuer Länderstrecken als Pioniere auszusenden, nachdem sich besonders in Deutschland die geologischen Landesaufnahmen als geeignetes Hilfsmittel glänzend bewährt haben, um dem Tasten und systemlosen Arbeiten beim Aufsuchen von Rohmateriallagern aller Art, also auch soweit sie für uns hier von Interesse sind, nach Möglichkeit vorzubeugen.

Die Geologie lehrt uns den Aufbau der Erde und unterscheidet nach ihrer Entstehung und Bildungsweise verschiedene Zeitalter oder Formationen.

Die ältesten dieser Formationen, welche unserer Beobachtung zugänglich sind,

das erste Zeitalter der Erde oder die archäischen Formationen

weichen von den späteren insofern ganz bedeutend ab, als sie krystallinischer Natur sind, also nicht einfache, sondern gemengte Gesteine darstellen. Man bezeichnet sie daher auch als: Krystallinische Schiefergesteine. Ihre wesentlichsten Glieder sind die Gneisformation, die Glimmerschieferformation und die Phyllitformation, die unter sich wieder einen grossen Varietätenreichtum aufweisen, je nachdem die wesentlichsten Bestandteile derselben, wie die Feldspatharten, Quarz, Glimmer und andere mehr oder minder vorherrschen.

Das jüngste Glied der archäischen Schiefer, die Phyllitformation, trägt zwar in den unteren Lagen noch ganz den Charakter der krystallinischen Schiefer und steht dem Glimmerschiefer sehr nahe, in den höheren Horizonten jedoch stellen sich immer mehr tonige Beimengungen ein, so dass diese Gesteine oft kaum mehr nach ihrem Gesteincharakter von den darauf folgenden jüngeren Tonschiefern zu trennen sind. Man bezeichnet daher die Phyllite auch als Urtonschiefer oder Übergangsgebirge.

Die archäische Formation ist durchaus frei von Tonlagern, abgesehen von dem Kaolin, den wir ja als Verwitterungsprodukt felsspathaltiger Gesteine kennen gelernt haben.*) Vermutlich stellen jedoch die Urtonschiefer dieser Formation weiter nichts als durch Druck umgewandelte Tone dar. Darauf weist vorzüglich der Umstand hin, dass wir in dem Urtonschiefer, Tonschiefer, Schieferton und Ton eine kontinuierliche Reihe vor uns haben, in der der Gehalt an krystallinischen Bestandteilen im Urtonschiefer am grössten, im Ton am kleinsten ist, während umgekehrt die amorphen Teilchen im Ton in grösster, im Urtonschiefer in geringster Menge vorhanden sind.

Der Übergang von den krystallinischen Schiefern in

die Gesteine des zweiten Zeitalters, die paläozoischen Formationen,

ist ein ganz allmähliger und eine Trennung daher in vielen Fällen nicht durchführbar. Immer mehr nehmen aber die einfachen und klastischen Gesteine überhand.

Die Eruptivgesteine der paläozoischen Schichten sind in den beiden älteren Gliedern noch dieselben oder wenigstens ähnlich denen der krystallinischen Schiefer: Granit, Syenit, Diabas, Diorit — und zwar in den Varietäten der Glimmerdiorite — walten hier vor, während die jüngeren Glieder durch die massenhaften Eruptionen von Melaphyr und besonders Quarzporphyr ausgezeichnet sind.

Direkt auf den Phylliten auflagernd bildet die kambrische Formation die unterste Stufe des zweiten Zeitalters, auf welche als nächste Stufe die Silurformation folgt. Der Gesteincharakter, der hier vorwiegt, ist ein toniger und sandiger, zu welchem sich untergeordnet auch Kalkablagerungen gesellen. Gewöhnlich ist der Übergang aus den Urtonschiefern der Phyllitstufe ein kaum merklicher, sodass in den unteren Horizonten Tonschiefer von schwarzer und grauer Farbe vorwiegen, welche nicht selten als Dach- und Griffelschiefer Verwendung finden.

Zwischen diesen Tonschiefern stellen sich Grauwacken und Sandsteine ein, welche besonders in den höheren Horizonten an Mächtigkeit zunehmen. Die Ablagerungen, welche uns erhalten sind, weisen alle auf Meeresbildung hin.

---

*) **Loeser, Handbücher, I. Teil.**

Die Devonformation, das zweite Glied der paläozoischen Formation, reiht sich in den für das Silur bekannten Verbreitungsgebieten an die älteren Schichten an und bildet dort die direkte Fortsetzung dieses Schichtensystems, doch finden wir sie auch direkt auf dem Tonschiefer der Phyllitformation aufgelagert.

Der Gesteincharakter ist dem des Silur sehr nahestehend; auch jetzt noch überwiegen die Tonschiefer, Grauwacken, Quarzite und Sandsteine; doch beteiligen sich auch Kalksteine in weit grösserer Verbreitung als in der Silurformation. Im Devon treffen wir schon Spuren, welche auf das Festland hinweisen gegenüber den marinen Erscheinungen des Silur.

Wie die beiden älteren paläozoischen Formationen grosse Ähnlichkeit aufweisen, so ist dies auch bei den nun folgenden beiden jüngeren der Fall. Es sind dies die Steinkohlen- oder Carbonformation und die Permische oder Dyasformation.

In der Steinkohlen- oder Carbonformation sieht man bereits eine scharfe Trennung von Meer und Land und demgemäss marine und terrestrische Ablagerungen. Die Meeresablagerungen bestehen aus mächtigen Kalk- und Tonschichten, dem sogen. Kohlenkalk. Kommen wir nun aus diesen Gebieten des tiefen Meeres näher zur ehemaligen Küste, wo die Meere seichter waren und zugleich vielmehr Material vom Festland zugeführt bekamen, so finden wir dort Ablagerungen von ganz anderem Gesteinscharakter. Man bezeichnet sie als Culm-Formation, durchgehend aus Konglomeraten, Sandsteinen und Grauwacken bestehend, zwischen denen auch Schiefer-, Ton- und Kalkablagerungen, ja vereinzelte Kohlenflötze auftreten. Die produktive Kohlenformation stellt die oberste und wichtigste Gruppe dar und besteht aus Sandsteinen, zwischen welchen Schiefertone und Kohlenflötze wechsellagern.

Die Permische oder Dyasformation, das jüngste Glied des paläozoischen Zeitalters, schliesst sich aufs engste an das Carbon an und bewahrt im grossen ganzen denselben Gesteinscharakter. Auch hier herrschen die litoralen und sogen. terrestrischen Bildungen vor; Konglomerate, Sandsteine mit untergeordneten Kohlenflötzen, Mergel und Ton bilden die Sedimentgesteine der unteren Dyas oder Rotliegenden; nur den oberen Abschluss bilden Schiefer und marine Kalk- und Dolomitablagerungen, der sogen. Zechstein. Besonders wichtig für das Rotliegende sind die massenhaften Eruptivgesteine, unter denen die Quarzporphyre die erste Stelle einnehmen. Diese bilden nicht nur als ausgedehnte

Decken einen grossen Teil der Schichten selbst, sondern sie lieferten auch grösstenteils das Material für die Konglomerate und Sandsteinschichten.

Auch in den paläozoischen Schichten kennen wir nur an wenigen Stellen abbauwürdige Tone. Im allgemeinen sind sie weniger feuerfest, erreichen jedoch in den Schiefertonen der Steinkohlenformation einen hohen Grad der Feuerfestigkeit und bilden dann für viele Zwecke ein geschätztes Material. Im produktiven Carbon finden wir sie vorzugsweise in Wechsellagerung mit Sandsteinen und Steinkohlenflötzen; im Culm zeigen sie sich zusammen mit Sandsteinen, groben Konglomeraten, Mergeln und Kohlenflötzen. Der Zechstein bietet uns an verschiedenen Orten Material, welches zur Anlage kleiner Ziegeleien Veranlassung gegeben hat.

Drittes Zeitalter
oder die mesozoischen Formationen.

Mit dem Auftreten der über der Dyas gelagerten Schichten sehen wir eine neue Aera in der Geschichte der Erde aufgehen, welche sich vom paläozoischen Leben weiter entfernt, als von dem der Jetztzeit. Es darf nicht gesagt werden, dass dabei zwischen beiden Zeitaltern eine trennende Kluft stehe, sondern sie gehen beide vollständig ineinander über.

Was die Gesteine anbelangt, so lässt sich im allgemeinen nur sagen, dass die Kalksteine mehr vorwiegen und neben ihnen die Sandsteine und Tone, während die kieselhaltigen Quarzite, Grauwacken nur untergeordnet auftreten. Vulkanische Eruptionen gehören während dieses Zeitalters zu grossen Seltenheiten, und sind daher von untergeordneter Bedeutung.

Die Trias-Formation.

Die Trias legt sich als unterstes Glied der mesozoischen Formationen auf die Dyas auf und bildet in Deutschland wohl die verbreitetste aller Formationen. Hatten wir schon im Carbon und der Dyas streng die terrestrischen und marinen Ablagerungen auseinander zu halten, so ist dies in gleichem Masse bei der Trias der Fall. Ganz Deutschland muss zur Triasperiode ein flaches Küstenland dargestellt haben, in welchem durch geringe Oscillation des Kontinentes bald seichte Meere sich ausbreiteten, bald grosse Binnen-

seen abgeschnürt wurden, welche zu petrographisch sehr verschiedenartigen Ablagerungen führten. Ganz anders gestalteten sich die Verhältnisse da, wo tiefe Meere ihre Niederschläge hinterlassen haben, wie wir dies in den Alpen treffen. Während sich in der deutschen Trias Sandsteine, Kalke, Salzstöcke und bunte Mergel mit terrestrischer Flora und Fauna oder auch mit Meertieren vermischt vorfinden, treffen wir in der alpinen Trias fast nur Kalke und Mergel mit ausschliesslich mariner Tierwelt.

Wir betrachten zuerst die ausseralpine deutsche Trias, welche durch ihre ausgezeichnete Gliederung in Buntsandstein, Muschelkalk und Keuper zum Namen Trias Veranlassung gegeben hat.

Der Buntsandstein ist eine ausserordentlich gleichmässige Sandsteinablagerung von 300 bis 400 m Mächtigkeit; der Sandstein ist meist durch Eisengehalt rot gefärbt und besitzt ein gleichmässiges feines Korn, weshalb er sich als Baustein ganz besonders gut eignet. (Heidelberger Schloss.) Wir können uns den Buntsandstein als eine Art von Dünenbildung vorstellen, welche nun von einem seichten Meer überflutet wurde.

Muschelkalk. In Süddeutschland, besonders in Württemberg, finden sich im mittleren Teile des Muschelkalkes mächtige Salzstöcke, welche von Gips und Anhydrit begleitet sind (Friedrichshall, Wilhelmsglück). Die Schwankung des Meeres während der mittleren Muschelkalkzeit, welche die Salzbildung veranlasste, macht sich auch in den anderen deutschen Gebieten geltend und hat Veranlassung gegeben zu einer Dreiteilung in unteren Muschelkalk oder Wellengebirge, mittleren Muschelkalk oder Anhydrit-Gruppe und oberen oder Hauptmuschelkalk.

Keuper. Nach der Muschelkalkperiode kam es in Deutschland zu neuen grossen Bewegungen des Bodens, welche die offenen Meere verdrängte und an deren Stelle Lagunen und grosse abflusslose Binnenseen setzte. Die Gesteine, welche sich hier absetzten, bilden den buntesten Wechsel der Ablagerungen, welchen wir überhaupt in einer Formation kennen. Sandsteine, Dolomite, Kalke und vor allem Mergel mit viel Gips und Steinsalz in allen möglichen Farbentönen kennzeichnen diese Keuperschichten. Sie sind im ganzen terrestrischer Natur. Der Keuper wird in eine Reihe von Unterabteilungen gegliedert; zu unterst liegt die Letten-

kohle, hauptsächlich aus Mergeln mit kleinen Kohlenflötzen, Pflanzensandstein und dolomitischen Kalken bestehend. Über ihr folgt der bunte Keuper, dessen unterstes Glied Gipsmergel bilden, auf ihnen lagert der Schilfsandstein. Es folgen abermals sehr farbenreiche, meist rot und grün gefärbte Gipsmergel (rote Wand), dann weisser Sandstein, sogen. Stuben- oder Burgsandstein mit Belodon und schliesslich violette Mergel. Den Abschluss nach oben bildet die Rhätische Stufe. So unbedeutend dieser Horizont ist, so ist er doch bei der Parallelisierung des ausseralpinen Keupers mit dem alpinen Keuper von grosser Wichtigkeit.

Ganz verschiedenartig von dieser sogenannten deutschen Trias sind die gleichaltrigen Ablagerungen in den Alpen, die sog. alpine Trias. Dort fluteten während der ganzen Triaszeit tiefe Meere. Aber auch schon zur Triaszeit machte sich offenbar die Unruhe im Untergrunde geltend, welche später zur Erhebung des grossen Faltengebirges führte, und die Ablagerungen wurden infolgedessen sehr schwankende. Während an der einen felsigen Stelle sich den Korallen Gelegenheit zur Bildung eines Riffes bot, lagerten sich an einer anderen mächtige Ton- und Mergelmassen ab. Vor allem aber überwiegen die Kalksteine, welche zum Teil enorme Mächtigkeit erreichen, und die gleichfalls sehr mächtigen Dolomitgesteine.

Auf die verschiedenartigen Ausbildungen hier einzugehen, würde zu weit führen, es mögen daher folgende Angaben genügen: Der Buntsandstein und der untere Muschelkalk ist im grossen ganzen ähnlich wie in dem ausseralpinen Gebiet. Durch einen Mergelhorizont (Partnach- und St. Cassianer-Schichten) getrennt, folgt eine bis 1500 m mächtige Kalkablagerung, der Wettersteinkalk, welchem in den östlichen Alpen der Hallstädter Kalk entspricht. Es folgt abermals eine Mergelablagerung (Raibler Schichten), dann ein mächtiger Dolomithorizont, der Hauptdolomit. Den Abschluss nach oben bilden die rhätischen Schichten, welche in den Alpen eine ungemein grosse Mannigfaltigkeit und Mächtigkeit zeigen.

Gegenüber den älteren Formationen nimmt schon in der Trias die Häufigkeit der Tonlager zu. Im Mittelalter der Erde treten uns Letten der Buntsandsteinformation entgegen, welche gute Ziegel liefern.

Der Muschelkalk ist durchweg ohne Tonlager, dagegen beherbergt der Keuper in weiten Gebieten Mittel- und Süddeutsch-

lands ausgedehnte Lettenlager, welche für den Ziegler brauchbares Material enthalten. Ganz besonders reich an Tonlagern ist der Rhät, die Grenzschicht des Keupers zum Jura hin.

Die Juraformation.

Mit Ende der Triasperiode werden die meist trocken gelegten Länder von neuem vom Meer überflutet, welches uns eine mächtige, meist rein marine Ablagerung hinterlassen hat in Form von Kalk und Sandsteinen, Mergeln und Schiefertonen.

Es ist interessant, dieses Übergreifen des Meeres über das Festland (Transgression) zu beobachten, welches in Deutschland von SW nach NO und O vor sich ging. In einer mächtigen Kette, dem Juragebirge, das sich von dem schweizer Jura bis zum Fichtelgebirge durchzieht, sind uns die Formationen in ihrer ursprünglichen Ablagerung erhalten. Aber auch im Norden von Deutschland fehlen sie nicht, nur treten sie nicht in einem derartig geschlossenen Zusammenhang auf, sondern sind auf wenige Lokalstätten beschränkt. Die mit den süddeutschen Gebieten übereinstimmende Entwickelung der Schichten lässt es aber wahrscheinlich erscheinen, dass ganz Deutschland von einem grossen Jurameer bedeckt war, das sich auch noch über den grössten Teil von Frankreich und England erstreckte. Gegen Ende der Juraperiode können wir eine allmähliche Verschiebung beobachten, Frankreich und England werden frei von Wasser und dafür das ganze nördliche Russland überflutet.

Man hat die Juraformation in drei Glieder geteilt, welche nach ihrer vorwiegenden Gesteinsfärbung als schwarzer Jura oder Lias, als brauner Jura oder Dogger und als weisser Jura oder Malm bezeichnet werden. In allen drei Gliedern werden wieder eine Anzahl Unterabteilungen oder Horizonte unterschieden, welche durch ihre Gesteinarten sicher auseinandergehalten werden können.

Im allgemeinen genügt es, die drei Glieder für sich wieder in unteren, mittleren und oberen Lias, Dogger oder Malm einzuteilen.

Im schwarzen Jura oder Lias überwiegen Kalke und Tone von schwarzer Farbe, während die Sandsteine zurücktreten. Die mittleren Schichten werden meist durch Mergel und Ton gebildet. Der obere Lias zeigt uns eine Ablagerung von ausgezeichnet geschichteten Schiefertonen.

Der braune Jura oder Dogger. Die Gesteine dieses Juragliedes bestehen meist aus Tonen, Sandsteinen und den sehr

charakteristischen Oolith- oder Rogensteinbildungen, in denen die Kalke gewöhnlich nicht als dichter Kalk ausgebildet sind, sondern aus einem Aggregat feiner konzentrisch schaliger Körner bestehen. Allen diesen Gesteinen ist eine braune, rostige Färbung eigen infolge von Eisengehalt, der manchmal so gross ist, dass es sich lohnt, das Erz bergmännisch auszubeuten. (Eisenerze von Wasseralfingen, Lothringen und Luxemburg.) In dem unteren braunen Jura herrschen noch vielfach Tone vor, auf welche dann im deutschen Juragebiet eisenschüssige Sandsteine, im westlichen französischen Jura mächtige Oolithbildungen (Hauptoolith) folgen. Im mittleren braunen Jura finden sich an einzelnen Orten auch grosse Korallenablagerungen in den Kalk- und Oolithgesteinen. Im oberen braunen Jura bestehen die Makrocephalenschichten meist aus sehr eisenreichem Rogenstein, auf welchem dann die lichten Ornatentone lagern, den kaum merkbaren Übergang zum weissen Jura bildend.

Der weisse Jura oder die Malmformation zeigt eine vollständige Änderung im Gesteinscharakter. Die Sandsteine, Oolithe werden verdrängt, und an ihre Stelle treten lichtfarbige, reine und tonige Kalke und Dolomite, welche durch ihr langsameres Verwittern Veranlassung zu dem Steilabfall der Juraberge gegeben haben. Der obere weisse Jura wird dargestellt teils durch massige marmorartige Kalke oder Dolomite, in welchen sich oft mächtige Anhäufungen von Korallen finden, die an Stelle der Spongien treten, teils aber auch durch dünnplattige Kalke mit sehr feinem Korn, welche als Solenhofer Schiefer oder Plattenkalke überall bekannt sind. Die letzten Glieder des weissen Jura zeigen bereits eine Annäherung an die folgende Kreideformation und werden als Titon bezeichnet.

In der Juraformation ist die Menge der Tonschichten schon bedeutend, besonders im Lias und Dogger, während der Malm infolge seiner vorwiegend kalkigen Ausbildungsweise derartige Lager nicht enthält.

Im Lias spielen besonders graue, braune oder schwarze, meist bituminöse Tone und Schiefertone eine Rolle, während im Dogger gewisse Zonen aus zähen fetten Tonen und Schiefertonen von grauer bis schwarzer Farbe bestehen. Westfalen, das ganze nordwestliche Deutschland und das süddeutsche Verbreitungsgebiet des Lias und Dogger bieten uns dafür zahlreiche Beispiele.

Die Kreideformation.

Der Laie ist gewöhnt, unter den Kreide-Gesteinen sich nur jenen weissen erdigen Kalk, die Schreibkreide, zu denken; das ist jedoch ein ganz falscher Begriff, denn die Schreibkreide bildet nur einen ganz geringen Bestandteil der ungemein wechselnden Gesteinsarten in der Kreideformation. Viel häufiger sind Tone und Mergel, dazwischen Kalkbänke oder mächtige graue und schwarze Kalkmassen, sodann Sandsteine und nahezu lose, häufig grün gefärbte Sande, sog. Glaukonit- oder Grünsande. In Deutschland z. B. finden wir fast keine Schreibkreide, sondern nur Mergel, Kalke und vor allem Grünsande und Sandsteine, letztere bilden die mächtigen Kreideablagerungen der sächsischen Schweiz und werden dort als Quadersandstein bezeichnet.

Im grossen ganzen herrschen in der Kreide die marinen Ablagerungen vor, doch fehlt es auch keineswegs an brackischen (Mischung von Meer- und Süsswasser-) und terrestrischen Gebilden.

Die Einteilung der Kreide ist auf die französischen Verhältnisse begründet, wo wir eine volle Entwickelung sämtlicher Glieder übereinander haben, während in Deutschland die einzelnen Abteilungen selten in geschlossenem Zusammenhang auftreten, doch lassen sie sich nicht schwer mit den französischen Normalverhältnissen in Einklang bringen.

Untere Kreide. Sie ist gekennzeichnet durch einen allmähligen Übergang der oberjurassischen Tierwelt zu der echten Kreidefauna. In Norddeutschland kam es zu unterst zu brackischen und Süsswasserablagerungen, dem Wealden- oder Wälderton und dem Hilssandstein, während in anderen Gegenden die marine Facies, das Neocom, vorwaltet. Darüber lagert der Gault, eine vorwiegend marine Ablagerung mit grünen Sandsteinen.

Die obere Kreide wird in 3 Glieder eingeteilt, das Cenomon, Turon und Senon; im östlichen Deutschland, wo die Quadersandsteine vorwalten, spricht man von unterem, mittlerem und oberem Quader, zwischen welchen zwei Mergelzonen, der untere und mittlere Pläner liegen.

Auch in der Kreide finden wir gewaltige Tonmassen und sie haben hier infolge ihrer Mächtigkeit eine grosse Bedeutung. Schon im Wealden zeigen sie sich und dasselbe ist der Fall mit den nächstjüngeren Schichten der unteren Kreide; so bestehen im nördlichen Vorlande des Harzes, im Braunschweigischen, im östlichen Hannover und durch ganz Westfalen hin Neocom und Gault vor-

wiegend aus tonigen, von der Ziegelindustrie vielbenutzten Materialien, und dasselbe ist in den jüngeren Gliedern der oberen Kreideformation der Fall, die in den gleichen Gebieten verbreitet sind.

Viertes Zeitalter
oder die känozoischen Formationen.

Dieses jüngste Zeitalter findet seinen Abschluss mit der Jetztzeit. Für den Geologen kommen nur noch die Entwickelungsperioden selbst in Betracht, welche in die Tertiäre und Diluvialzeit fallen, während das fertige Bild des känozoischen Zeitalters, die Jetztzeit von den Zoologen, Botanikern und Geographen erforscht wird.

Die Tertiärformation.

Das Tertiär stellt, wie schon erwähnt, den Übergang von dem mesozoischen Zeitalter zur Jetztzeit dar.

Nicht nur, dass sich die klimatischen Zonen immer schärfer herausbilden, ist zu bemerken, sondern es gestaltet sich auch zwischen Festland und Meer immer mehr das Verhältnis, wie wir es jetzt vor uns haben. Den grössten Anteil daran nimmt die Bildung der heutigen Gebirgsketten zur Tertiärzeit (Alpen, Pyrenäen, Karpathen), welche zwar schon früher durch Brüche und Lockerungen des Bodens vorbedungen waren, aber erst zur Tertiärzeit ihre letzte und mächtige Emporpressung erfuhren. Hand in Hand mit der Bildung der tektonischen Gebirge kam es auch zu massenhaften vulkanischen Eruptionen, welche auf den Spalten empordrangen. Die Eruptionsmassen bestehen hauptsächlich aus Basalt, Phonolit und Andesit-Gesteinen, welche teils als massige Kuppen und Domvulkane, teils aber auch schon als echte Stratovulkane abgelagert sind. Durch die Erhebung der Gebirge werden auch die Stromgebiete reguliert und der Abfluss und die damit verbundene Gesteinsabfuhr nach jenen Gebieten gelenkt, welche auch heute noch diesem Zwecke dienen.

Die Ablagerungen der Tertiärzeit sind natürlich von der verschiedensten Art, anfangs treten auch noch auf den heutigen Kontinenten marine Ablagerungen mit Kalken und Sandsteinen auf, welche sich allmählig auf die Niederungen und schliesslich auf die Küstenlinien der heutigen Meere zurückziehen. Um so stärker sind dagegen die brackischen Bildungen und die rein terrestrischen Ab-

lagerungen, bestehend aus den Absätzen von Quellen, den sog. Süsswasserkalken.

Die Schwierigkeiten, welche sich einer allgemeinen Gliederung des Tertiärs entgegensetzen, sind in die Augen springend, wenn wir an die Verschiedenartigkeit der Ablagerung denken. Im allgemeinen lässt sich jedoch eine Gliederung in älteres Tertiär mit Eocän und Oligocän, und jüngeres Tertiär mit Miocän und Pliocän feststellen.

Die alten Tertiärgebilde Eocän und Oligocän zeigen in ihren marinen Ablagerungen schon bedeutende Abweichungen von der Kreide.

Noch grössere Bedeutung, besonders in Deutschland, gewinnen die terrestrischen Bildungen des alten Tertiärs, welche in Süddeutschland als Bohnerze in den Spalten des Jura liegen und in Norddeutschland als Braunkohlenformation.

In dem jungen Tertiär, Miocän und Pliocän sind in Deutschland zwei marine Ablagerungen von besonderer Bedeutung, die eine — das Mainzer Becken in den Niederungen des Rheines und die andere — das Wiener Becken im Donaugebiet. Während ersteres sich mehr auf die Rheinebene beschränkt, griffen die Meeresarme des Wiener Beckens zur Miocänzeit noch tiefer in das Festland ein und schlossen sich an die Seebecken an, welche den Nordrand der Alpen umgaben.

Die vulkanischen Eruptionen der Tertiärzeit machten sich in Deutschland besonders geltend; sie bestehen aus den Phonolitgebieten des Siebengebirges, des Vogelsgebirges, der Rhön, der Lausitz, sowie den vulkanischen Erscheinungen der Schwäbischen Alb, dem Hegau und dem Rieskessel.

Hervorstechend ist der ausgedehnte Reichtum von Tonablagerungen in der Tertiärformation. Das Tertiär gliedert sich wie gesagt von oben nach unten in Pliocän, Miocän, Oligocän und Eocän. Der erste und der letztgenannte Horizont kommen für uns nicht in Betracht, da sie in Deutschland nur ganz geringe Vorkommnisse aufzuweisen haben. Das Oligocän umschliesst dagegen die Hauptmasse tertiärer Tone, und zwar finden wir in der sächsischen und böhmischen älteren Braunkohlenformation die unteroligocänen Kapsel- und Flaschentone; im Mitteloligocän liegt der Septarienton, dessen Fundstätten sich vom Mainzer Becken durch Hessen hindurchziehen und der auch im nordöstlichen Deutschland zwischen Elbe und Oder vielfach anstehend bekannt ist. Auch das Miocän mit seinen Braun-

kohlenlagern ist reich an Tonen. Es dehnt sich über die östlichen preussischen Provinzen von Russland bis zur Elbe aus und zeigt seine Tonlager in Gestalt hellweissgefärbter, feuerfester Flaschentone oder durch organische Substanzen dunkelgefärbter Kohlenletten. Dasselbe Alter besitzen die im nördlichen Schlesien, in der Provinz Posen und nach Polen hinein verbreiteten sogenannten Flammentone von graugrüner Färbung, in welchen Partieen von intensiv roten, grünen und gelben Farbentönen dem Gesteine ein geflammtes Aussehen verleihen.

Das Diluvium oder die Eiszeit.

Eine geologisch noch keineswegs genügend aufgeklärte Erscheinung ist es, dass auf die warmen Perioden des Tertiärs ein so grosser Rückschlag in der Temperatur erfolgt, dass sich Gletschermassen ausbildeten, welche nun den grössten Teil der gemässigten Zone bedeckten. In ungeheuren Massen wälzte sich das Eis von Skandinavien her und bedeckte Norddeutschland bis zum Erzgebirge und dem Harz. Ganz Oberschwaben bis zur Donau war vom Rheinthalgletscher, Oberbayern von Lech-, Isar- und Inngletscher eingenommen, und im mittleren Deutschland suchten Inlandeis und lokale Vergletscherungen Platz zu greifen. Auch Russland, Belgien und Holland, der Norden von Frankreich und Grossbritannien waren mit einer Eishülle bedeckt. Vor den Gletschern her flossen in Gestalt von Bächen die Schmelzwasser, welche durch die Einwirkung der Sonne auf die Eismasse entstanden. Diese Schmelzwasserbäche stiessen in Norddeutschland auf schon vorhandene grössere und kleinere Seen. Da sie nun den feineren Abhub mit sich brachten, welcher aus dem unter dem Gletscher fortgeschleppten Material ausgeschlämmt war, kam in diesen Seebecken das feine Material zum Absatze, und zwar in vielfacher Wechsellagerung mit feinem Sande. Es entstanden auf diese Weise Tone, welche unter dem Namen Bändertone oder Glindower Tone bekannt geworden sind und welche zum Beispiel in Glindow bei Werder, unweit Potsdam, Veranlassung zu einer hohen Blüte der Ziegelindustrie gegeben haben.

Alsdann rückten die Gletschermassen nach und brachten unter sich ein mergeliges, stark mit grossen und kleinen Gesteinstücken durchsetztes Material mit sich. Dies Material nennt man die Grundmoräne der ersten Vereisung.

Nunmehr erfolgte wiederum eine Steigerung der mittleren Jahrestemperatur und dic Gletscher zogen sich durch Abschmelzen zurück. Hier bot sich Gelegenheit zur Bildung von Sanden, Kiesen, Granden mit grösseren Gesteinblöcken durch die Einwirkung von mehr oder weniger schnell fliessenden Gewässern; auch kam stellenweis Ton zum Absatz. In dieser Zeit spielen die grossen Säugetiere, besonders das Mammut, eine hervorragende Rolle und zahllose Reste dieser Tiere werden in den Kiesen und Granden aus jener Zeit gefunden.

Zum zweiten Male sank die Jahrestemperatur und das Eis rückte von neuem vor. Es begann die zweite Eiszeit, welche uns wiederum mit einem Geschiebemergel versah, der als oberer Diluvialmergel bezeichnet wird. In der darauf folgenden Abschmelzperiode bildeten sich wiederum eine Reihe von Sanden, Kiesen, Granden und Tonen, dazu kamen aber Ablagerungen von Tonen, welche gesondert von denen auf dem Hochplateaux in den Niederungen der grossen Stromthäler entstanden.

Hiermit war die Diluvialzeit zu Ende und es begann nunmehr

die Alluvialzeit,

die sich bis in die Jetztzeit erstreckt und sich besonders durch die Bildung humoser Ablagerungerungen auszeichnet. Daneben bilden sich selbstverständlich auch heute noch Tone, Kiese und Grande. Hierher gehören die Quellabsätze, die Schotter- und Sandablagerungen des Meeres und der Flüsse und vor allen die, teils vom Wasser, teils vom Winde gebildeten Lehm- und Lössablagerungen.

Beim Aufsuchen von Lagerstätten des Löss, den wir als einen Tonmergel von besonderer Struktur und Entstehungsweise anzusehen haben, der übrigens in Deutschland nur eine geringe Rolle spielt, giebt in erster Linie die poröse Struktur des Materials, die den Löss sofort von allen anderen Gesteinen unterscheiden lässt, einen wichtigen Hinweis. Ferner ist es das Auftreten bestimmter Schneckenarten, die das Material kennzeichnen, und endlich die Ausbildung der Lösslandschaft, die in ihrer Eigenart dem Beschauer sofort auffällt.

Der landschaftliche Charakter der Lössgegend ist einförmig und wird an manchen Stellen etwas lebendiger. Obwohl sich das Land durch grosse Fruchtbarkeit auszeichnet, sodass die Ortschaften verhältnismässig dicht bei einander liegen, hat es doch unter dem

Mangel an Wald sehr zu leiden. Allerdings ist dadurch eine weite Fernsicht in das Land gestattet, demselben jedoch durch das Fehlen der Forsten alle Naturschönheit genommen. Recht fühlbar macht sich ferner der Mangel an Wasser. Im Sommer trocknen die Bäche leicht aus, während sie zur Tau- und Regenzeit heftig anschwellen. Immerhin bieten die kleinen Gewässer der Gegend den Vorteil, dass sich an ihren Ufern saftige Wiesengründe mit Erlen und anderen Laubbäumen hinziehen, welche dem Auge des Wanderers einige Abwechselung gewähren. Die Lösslandschaften haben überall denselben, sie leicht kenntlich machenden Charakter.

Der Lehm, neben dem Löss ein wichtiges Ziegelmaterial, ist ein Verwitterungsprodukt von Mergel und Löss und für das Auffinden von Lehmlagern ist die Art seiner Entstehung von Belang. Durch Auslaugen von Mergel- und Lösslagern entstanden, wobei der kohlensaure Kalk derselben gelöst und in die Tiefe geführt wurde, bildete sich ein sandiger Ton von braungelber Farbe, die auf einen mehr oder minder hohen Gehalt an Eisenoxyd zurückzuführen ist. Der beste Lehm liegt dabei immer in den mittleren Lehmschichten, was daraus hervorgeht, dass wir meistens dort, wo Mergel- und Lösslager auftreten, von oben nach unten folgendes Profil beobachten können:

Sand
Lehmiger Sand
Sandiger Lehm
Mergel resp. Löss.

Lehm, welcher aus dem Geschiebemergel entstanden ist, heisst Geschiebelehm, solcher, der dem Löss entstammt, Lösslehm. Es sei hier bemerkt, dass man auch Lehme kennt, die man auf die Verwitterung plutonischer Gesteine zurückführt, doch ist es zweifelhaft, ob man das Material dort als Lehm oder nicht vielmehr als Ton bezeichnen muss.

Litteratur.

Dr. Eberhard Fraas: Geologie in kurzem Auszug für Schulen und zur Selbstbelehrung. Sammlung Göschen, Leipzig.

Dr. M. Fiebelkorn: Über das Aufsuchen von Ton- und Mergellagern. Aus den Mitteilungen des Deutschen Vereins für Ton-, Zement- und Kalkindustrie 1898.

Derselbe: Welche praktischen Winke geben die geologischen Karten im Massstabe 1 : 25000 für die Untersuchung von Ton- und Kalklagern. Aus den Mitteilungen des Deutschen Vereins für Ton-, Zement- und Kalkindustrie 1902.

III. Kapitel.

Die geologischen Landesaufnahmen und ihr Wert für das Aufsuchen von Tonlagern.

Wir haben aus dem ersten Kapitel gesehen, dass verschiedene Anzeichen allgemeinerer Natur, die ein Geländestrich aufweist, wichtige Anhaltspunkte sind, die uns beim Aufsuchen von Tonlagern — wenn auch oft nur im Rahmen der Wahrscheinlichkeit — zu unterstützen vermögen.

Es waren dies Hilfsmittel, die auch dem zur Verfügung stehen, der nicht in der Lage ist, nach den Grundsätzen, nach denen wir uns den geologischen Aufbau der Erde denken, aus diesem weitere Schlüsse über den Schichtenwechsel innerhalb eines bestimmten Geländestriches zu ziehen.

Die kurzen Betrachtungen des zweiten Kapitels haben uns mit den wesentlichsten Formationen und Horizonten bekannt gemacht und uns gezeigt, innerhalb welcher Perioden wir überhaupt nicht auf das Vorhandensein von technisch verwertbaren Tonlagerstätten zu rechnen haben und andererseits wieder, welche Formationen und Schichten vor allem abbauwürdige Tonlager führen.

Die Bedeutung, die die Kenntnis vom Aufbau der Erdrinde für viele Zwecke der Industrie und auch für die Landwirtschaft hat, ist längst erkannt, und immer grösser wird der Kreis von Leuten, die sich geologischen Forschungen und der praktischen Verwertung ihrer Resultate gewidmet haben. Besondere Fortschritte sind durch die Einrichtungen der geologischen Landesanstalten in Deutschland erzielt worden, welche in der Hauptsache bezwecken, den geologischen Aufbau jeder Gegend in Karten einzutragen, und es jedem zu ermöglichen, diese Karten zu seinen besonderen technischen Zwecken zu verwenden, mag er nun Tonwarenfabrikant,

Cement- oder Eisenindustrieller, Landwirt etc. sein. Man hatte ja schon durch den reichentwickelten Bergbau früherer Jahrhunderte Erfahrungen über das Auftreten von Erzlagerstätten gesammelt; um die dem Vorkommen minderwertiger Lagerstätten zu Grunde liegenden Gesetze hatte man sich jedoch wenig oder gar nicht gekümmert, und wenn jemand ein Tonlager suchen wollte, so fing er nicht mit systematischen Überlegungen an, sondern grub und bohrte, häufig genug mit dem Erfolge, dass der wachsende Umfang der Arbeit bald zu einer Erschöpfung seiner Hilfsmittel führte, ohne Resultate zu zeitigen. Diesen Schwierigkeiten entgehen wir heute in den meisten Fällen, wenn wir uns ein klares Bild von dem geologischen Aufbau einer Gegend verschaffen können, und dies ist um so weniger schwierig, als es gerade in Deutschland jetzt kaum ein grösseres Geländestück geben dürfte, über dessen geologische Beschaffenheit man sich im Grossen und Ganzen auf Grund der vorhandenen Karten nicht orientieren könnte.

Die geologischen Landeskarten haben naturgemäss die topographischen als Grundlage, von denen wir eine ganze Reihe in den verschiedensten Massstäben besitzen.

Es mögen hier vor allem die älteren Generalstabskarten im Massstabe von 1 : 100000, resp. für Rheinland und Westfalen von 1 : 80000 genannt sein.

So sorgfältig nun an und für sich diese Karten angefertigt sind, so haben sie doch für unsere Zwecke den Nachteil, dass der Massstab ein viel zu kleiner ist, und dass auf ihnen die Orte viel zu dicht aneinander gedrängt liegen, um alle die für das geologische Studium einer Gegend erwünschten Angaben in dieselben eintragen zu können. Noch schlimmer ist es naturgemäss mit den Karten im Massstab 1 : 500000, wie sie z. B. von der Provinz Hannover und den angrenzenden Landesteilen bestehen. Eine Übersichtlichkeit dieser Karte konnte nur dadurch erzielt werden, dass man die minder bedeutenden Ortschaften wegliess und nur die grösseren aufführte.

Oldenburg, Württemberg und Bayern haben Karten im Massstabe von 1 : 50000.

Alle diese Karten genügten jedoch den Anforderungen für geologische Zwecke noch keineswegs, und man entschloss sich daher auf Grund der seit 1881 von Jentzsch veranstalteten Aufnahmen, die königlich preussische geologische Landesanstalt mit der Anfertigung agronomisch-geologischer Karten im Massstabe von 1 : 25000

zu beauftragen, nach- dem bereits das Königreich Sachsen hierin vorangegangen war.

Die durch die königlich preussische geologische Landesanstalt bearbeiteten oder noch zu bearbeitenden Blätter erstrecken sich nicht nur auf das Gebiet des Königreichs Preussen, sondern auch auf eine ganze Anzahl anderer deutscher Bundesstaaten, wie: Das Grossherzogtum Oldenburg, die sämtlichen Thüringischen Staaten, das Herzogtum Braunschweig, das Herzogtum Anhalt, das Grossherzogtum Mecklenburg-Schwerin, das Grossherzogtum Mecklenburg-Strelitz, Elsass-Lothringen und andere, während das Königreich Sachsen, wie schon gesagt, ferner auch Bayern und Württemberg über eigene Karten verfügen, über die später im Anschluss an die Besprechung der preussischen Karten noch einiges gesagt sein möge. In Oesterreich werden durch die Kaiserlich Königliche Geologische Reichsanstalt geologische Landesaufnahmen durchgeführt.

In land- und forstwirtschaftlichen Kreisen, sowie auch in der Industrie haben diese Karten lebhaften Anklang gefunden.

Wir wollen uns jetzt einen kurzen Überblick verschaffen, was man aus diesen Karten ersehen kann, und wie wir bei der Aufsuchung von Tonlagern die Karten zu benutzen haben. Wir halten uns dabei an die Signaturen der von Preussen bearbeiteten Blätter, die ja im grossen und ganzen von denen der übrigen Staaten unwesentlich abweichen.

Zunächst sei bemerkt, dass bei den geologischen Blättern — Messtischblättern — die Darstellung des Geländes durch Höhenlinien erfolgt. Dieselben verbinden in regelmässigen senkrechten Abständen alle Punkte gleicher Höhe und geben hierdurch ein ausserordentlich genaues Bild der Oberflächenformen.

Auf den preussischen Karten nach dem Jahre 1874 sind durch verschiedene Punktierungen die Höhenlinien so zu unterscheiden, dass man:

1. eine starke Linie wählt, welche bedeutet 20, 40, 60 m u. s. w. über dem Meeresspiegel,
2. eine schwache Linie, welche bedeutet 10, 30, 50 m u. s. w. über dem Meeresspiegel,
3. eine durchbrochene Linie, welche bedeutet 5, 15, 25 m u. s. w. über dem Meeresspiegel,
4. eine punktierte Linie, welche bedeutet $1\frac{1}{4}$, $2\frac{1}{2}$, $3\frac{3}{4}$, $6\frac{1}{4}$ m u. s. w. über dem Meeresspiegel.

Zur Vermeidung von Irrtümern sind in die Höhenlinien die Zahlen noch einmal eingefügt.

Ein Blick auf die geologische Karte zeigt uns, dass sie uns ferner eine Darstellung der Altersverhältnisse der einzelnen Bildungen giebt. Zu diesem Zwecke hat man für die einzelnen Horizonte besondere Farben gewählt. Es bezeichnet zum Beispiel:

weiss . . . die Schichten des Alluviums.
grün . . . das obere Thaldiluvium,
blassgelb . „ obere Höhendiluvium,
grau . . . „ untere Diluvium,
gelb . . . „ Tertiär u. s. w.

Mit dieser Farbenbezeichnung ist jedoch noch nicht genug geschehen, sondern man kennzeichnet die Altersverhältnisse der Schichten auch noch durch schwarze, der Karte aufgedruckte Buchstabenzeichen und zwar derartig, dass das erste immer die Schicht und das zweite die Art der Ausbildung angiebt.

So besagen die Buchstaben:

a Alluviale Schichten,
δ Oberdiluviale Schichten { $\delta\alpha$ Thaldiluvium, δ Höhendiluvium,
d Unterdiluviale Schichten,
b Tertiäre Schichten { bo Oligocän, bm Miocän u. s. w.

Die Karten geben uns ferner eine Darstellung der Zusammensetzung der Erdschichten.

Hierzu bedarf es einer nicht unerheblichen Zahl von Zeichen, da in den verschiedenen Formationen zahlreiche verschieden zusammengesetzte Schichten auftreten.

Man bezeichnet bei der zu Grunde liegenden Farbe, gleichgültig, ob es sich um tertiäre oder quartäre Schichten handelt:

durch schräge Reissung den Geschiebemergel,
„ Punktierung . . . die sandigen Bildungen,
„ Ringelung . . . . die grandigen Bildungen,
„ Kreuzchen . . . . die steinigen Bildungen,
„ wagerechte oder senkrechte Reissung die tonigen Bildungen.

Durch Kombination der genannten Zahlen erhält man ein vortreffliches Mittel zur Kennzeichnung der Ablagerungen.

Wenn man z. B. auf der Karte eine Ablagerung angedeutet findet, die durch Punktierung gekennzeichnet ist, in welcher sich zahlreiche Ringe und daneben noch eine ganze Reihe von Kreuzchen befinden, und wenn diese Zeichen dann auf einer grauen Unterlage aufgetragen sind, so handelt es sich hier, wie aus dem Vorher-

gehenden ohne weiteres zu erkennen ist, um einen Unterdiluvialsand, der grandig ausgebildet und mit zahlreichen Geschieben durchsetzt ist.

Für die humosen Schichten hat man besondere Zeichen angewandt; so bezeichnet man die moorigen Bildungen durch kurze Strichelung, die eisenschüssigen durch Häkchen und die kalkhaltigen durch feine blaue Reissung. Es ist nicht durchführbar, hier alle weiteren Zeichen für die Unterscheidung anzuführen. Bemerkt sei jedoch noch, dass die Dünensande mit dichter hellgelber Punktierung dargestellt werden.

Wie vorhin schon angeführt, trägt jede Schicht entsprechend ihrem Alter ein Buchstabensymbol; es handelt sich aber nun noch darum, auch die Zusammensetzung dieser Schichten anzugeben; dies geschieht dadurch, dass man jede einzelne Gesteinsart mit einem Buchstaben bezeichnet und zwar die dilluvialen und alluvialen mit lateinischen Buchstaben, die tertiären mit griechischen Buchstaben. Wir erhalten infolgedessen nachstehende Übersicht:

m = Geschiebemergel,	ħ = Ton,	
s = Sand,	sl = Schlick,	
g = Grand,	ϑ = Ton,	Tertiär,
h = Humus,	σ = Sand,	Tertiär,
t = Torf,	γ = Grand,	Tertiär,
l = Lehm,	K = Kohle,	Tertiär,
r = Raseneisenstein,	D = Dünensand,	
k = Kalk,	α = Abrutsch- und Abschlämmmassen.	
kh = Moormergel,		
ms = Mergelsand,		

Vereinigen wir diese Bezeichnungen mit den Alterssymbolen, so bezeichnet z. B.

at = Torf des Alluviums,
δαs = Thalsand des oberen Diluviums,
δm = Geschiebemergel des oberen Diluviums,
δħ = Ton des unteren Diluviums,
bmσ = Sand des Miocäns.

Die geologische Karte ist aber auch damit noch nicht erschöpft, sondern sie giebt uns gleichzeitig auch noch einen Überblick über die Aufeinanderfolge mehrerer Schichten und zwar bis zu einer Tiefe von 2 m. Nicht selten finden sich bis zu dieser Tiefe 2, manchmal sogar auch 3 Schichten übereinander, und die Karte muss uns infolgedessen sowohl in der Signatur ihrer Zeichnung wie in den Buchstaben hierüber aufklären. Als Grundprinzip

gilt, dass diejenige Farbe als Grundfarbe gewählt wird, welche der obersten Schicht zukommen würde, wobei natürlich die humose Schicht abgedeckt gedacht wird. Die nach unten aufeinanderfolgenden Schichten werden nun durch die aufgedruckte Signatur ausgedrückt und zwar derartig, dass das Zeichen der Oberflächenschicht dasjenige der darunter folgenden Schicht weitaus überwiegt. Haben wir also z. B. einen alluvialen Torf, der von Sand unterlagert wird, so finden wir den Torf in gewöhnlicher Weise durch Strichelung dargestellt; in diese Signatur hinein sind hin und wieder Punkte gesetzt, welche den Sand bedeuten, und welche dadurch, dass sie seltener als die Strichelung auftreten, anzeigen, dass der Sand unter dem Torf liegt. Das geologische Buchstabenzeichen für diese Bildung würde sein $a\,\frac{t}{s}$. Ähnlich ist es in anderen Fällen. Haben wir z. B. Ton, der von Torf unterlagert wird, so finden wir die wagerechte Reissung des Tones und zwischen dieser vereinzelt die feinere Strichelung des Torfes angeführt.

Ähnlich wie bei den angeführten Alluvialschichten ist das Verfahren bei den Diluvialbildungen und sei hier bemerkt, dass man z. B. das Auftreten von oberem Geschiebemergel über unterem Sande charakterisiert $\frac{\delta\,m}{d\,s}$ oder das Vorkommen von oberem Diluvialsand über miocänem Ton durch $\frac{\delta\,s}{b\,m\,\vartheta}$.

Folgen drei Schichten übereinander, so entsteht ein Profil, welches z. B. durch das Symbol $\begin{array}{c}\delta\,s\\ \hline \delta\,m\\ \hline d\,s\end{array}$ ausgedrückt wird und bedeutet in diesem Falle, dass die Schichtenfolge von oben nach unten ist: Oberdiluvialsand, Oberdiluvialmergel und Unterdiluvialsand.

Die wenigen angeführten Beispiele für die Art der Bezeichnung der Höhen, geologischen Horizonte, Gesteinsarten und Schichten mögen genügen, um das Wesen der Sache kurz zu erläutern. Im Übrigen sei bemerkt, dass auf jedem besonderen Blatte alle diejenigen Bezeichnungen und Kombinationen, soweit sie im Bereiche der betreffenden Karte vorkommen, in kleinen Rechtecken am Rande des Blattes durch Beispiele mit genauer Angabe der Bedeutung wiederholt werden, sodass es besonderer Gedächtniskünste nicht bedarf, um auch dem Nicht-Geologen das Verständnis der geologischen Landeskarten zu erschliessen. Selbstverständlich ist es

dabei aber von Wert, einen Überblick über das Alter und die Reihenfolge der geologischen Formationen und ihren Wert für das Vorhandensein von Tonlagern zu haben, weshalb auch dieses den Gegenstand des vorhergehenden Kapitels bilden musste.

Die geologischen Spezialkarten des Königreichs Sachsen, die vom Königlichen Finanzministerium herausgegeben sind, haben in ihren Farben und Bezeichnungen Abweichungen von den preussischen. Trotzdem liegen auch bei diesen — älteren — Karten dieselben Prinzipien zu Grunde, durch bestimmte Linien die Höhenunterschiede, durch entsprechende Farbenwahl und eingetragene Zeichen und Buchstaben den geologischen Horizont, die Gesteinsart der einzelnen Schichten und endlich durch rot eingetragene Zahlen die Mächtigkeit dieser Schichten in Dezimetern anzugeben.

Auch bei diesen Karten sind am Rande jedes einzelnen Blattes die vorkommenden Bildungen durch kleine Rechtecke mit den entsprechenden Farben und Zeichen unter genauer Angabe ihrer Bedeutung wiederholt und so das Lesen der Karte ausserordentlich erleichtert. Um derartige Unterschiede zu zeigen, wurde das nebenstehende Kartenstück als Beispiel gewählt und ist dasselbe einer geologischen Landeskarte des Königreich Sachsen entnommen, wobei natürlich die Namen der Orte und andere Einzelheiten eine absichtliche Änderung erfahren haben. Der Massstab ist gegenüber dem Originalblatt erheblich vergrössert.

Litteratur.

Dr. M. Fiebelkorn: Welche praktischen Winke geben die geologischen Karten im Massstabe 1 = 25000 für die Untersuchung von Ton- und Kalklagern. Aus den Mitteilungen des Deutschen Vereins für Ton-, Zement- und Kalkindustrie. 1902.

IV. Kapitel.

Allgemeine Grundsätze für die Bewertung und den Abbau von Tonlagern und die Anlage von Ziegeleien und Tonwarenfabriken.

Wenn durch irgend einen Zufall, sei es beim Ackern eines Feldes, beim Ausgraben von Baumwurzeln, beim Anlegen eines Brunnens, oder bei irgend welchen Erdarbeiten, die durch andere

Interessen bedingt werden, das Vorhandensein von Ton sich ergeben hat, und wenn besonders das so gefundene Material ein anderes Aussehen hat, als man es von gewöhnlichem Lehm her kennt, so neigt der Besitzer des Landes leicht dazu, sich über den Wert des Vorkommens ein Bild zu machen, das von der Wirklichkeit des später Erreichbaren sehr verschieden sein kann und Hoffnungen an den Fund zu knüpfen, die sich später leicht in Enttäuschungen verwandeln können, da ja in den meisten Fällen der oft klippenreiche Weg, der von dem Auffinden eines Tonlagers bis zur fabrikmässigen Verarbeitung des Tones durchschritten werden muss, nicht bekannt ist, und selbst da, wo man die zu erwartenden Schwierigkeiten ahnen sollte, wird oft mit einem Gleichmut verfahren, der sich bitter rächt.

Liegt das Grundstück in der Hand eines kleinen Besitzers, so ist ja der Grund wohl zu verstehen, wenn er hofft, sein Land, das er als Wiesen- oder Ackerboden zu normalem Preise erstanden hat, nun wesentlich höher an Liebhaber verkaufen zu können, die den Ton verwerten wollen. Man wird also die Fundstelle, falls es nötig ist, zu einem Schürfloch oder Schacht erweitern, Proben des Tones entnehmen und sie an vermeintliche Interessenten weitergeben.

Statt des erhofften Angebotes stellen sich aber eine Anzahl Fragen ein, auf die der Besitzer eine Antwort zunächst nicht zu geben vermag.

Die ersten und wichtigsten Fragen sind dabei in allen Fällen: Welche Art Erzeugnisse lassen sich aus dem Ton herstellen, von dessen besonderer Güte der Besitzer überzeugt ist, mit anderen Worten, was hat die genaue fachmännische Untersuchung des Materials für Resultate gezeitigt. Dann aber: Ist auch das so geprüfte Material in genügend gleichbleibender Menge vorhanden, um in lohnender Weise abbauwürdig zu sein und die als notwendig anzunehmende Lebensdauer eines daraufhin etwa zu gründenden Fabrikunternehmens zu sichern.

Diese beiden Hauptfragen umschliessen eigentlich alle diejenigen Punkte, die bei der Anlage eines Fabrikunternehmens der Ziegelei- oder Tonwarenindustrie zu berücksichtigen sind, aber sie können nur von dem sachgemäss beantwortet werden, der in der Lage ist, ein klares Bild, von den ersten einleitenden Schritten beginnend bis zum normalen Betrieb der Fabrik, zu geben und dieses Bild durch Zahlen zu belegen, die Sicherheit für das aufzuwendende Kapital gewähren sollen.

So leicht wie diese Bedingung ausgesprochen ist, so schwer ist sie in vielen Fällen aus verschiedenen Gründen zu erfüllen, aber noch öfter wird mit einer unbegreiflichen Sorglosigkeit über grosse Summen entschieden, ohne vorher auch nur die allernötigsten Grundlagen zu einer solchen Entscheidung geschaffen zu haben.

Wir wollen nachstehend den Weg in allen Einzelheiten verfolgen, der ordnungsgemäss eingeschlagen und durchgeführt werden muss, bevor man von dem Auffinden der ersten Spuren eines Tonvorkommens bis zur fabrikmässigen Verwertung des Materials gelangt.

Oft ist mit der Beantwortung der ersten Frage nach der Eigenart der gefundenen Tonprobe schon das Schicksal der ganzen Angelegenheit entschieden, denn was würde es z. B. nützen, wenn die Untersuchung ergiebt, dass ein Material von schönem hellgrauen Äusseren, von dem man beim ersten Anblick vielleiht glaubt, dass es wenigstens für feinere Ziegelwaren, oder für Steinzeug zu verwenden sei, sich als ein von vielen Kalkstücken durchsetzter Tonmergel erweist, dessen Fundstelle rings von Ziegeleien umgeben ist, die unter den günstigsten Verhältnissen arbeiten und auf absehbare Zeit den Bedarf im ganzen Umkreise bequem zu decken vermögen. Aus diesen letzten Worten geht schon zur Genüge hervor, dass die chemische und mechanische Untersuchung eines Tonmaterials, die selbstverständlich nur von einem mit solchen Arbeiten vertrauten Fachmann durchführt werden kann und muss, nicht allein für weitere Entschlüsse genügt, sondern dass mit diesem Teil der Untersuchung gleichzeitig andere ebenso wichtige Fragen oft rein lokaler Natur anzuschneiden sind.

Immerhin sei betont, dass es der erste und wichtigste Schritt ist, nachdem man durch irgend welche Ursache — sei es durch Zufall, sei es von bestimmter Absicht ausgehend — ein Tonvorkommen festgestellt hat, das die Vermutung grösserer Ausdehnung zulässt, eine gute Durchschnittsprobe untersuchen zu lassen, denn eine solche Untersuchung ist mit ganz geringen Kosten durchführbar und ermöglicht auch bei bescheidensten Verhältnissen des Landbesitzers diesem die erste Grundlage zu gewinnen, die einigen Anhalt für die weiter vorzunehmenden Arbeiten gewährt, die gewöhnlich mit wesentlich grösseren, teilweise ganz erheblichen Kosten verbunden sein können. Natürlich wird der Umfang dieser vorbereitenden oder einleitenden Arbeiten in den einzelnen Fällen sehr verschieden sein,

je nach der Art oder auch dem Umfange des ins Auge zu fassenden Endzieles.

Bervor indessen die Resultate der Tonuntersuchung eingehen, haben wir Gelegenheit, uns mit verschiedenen anderen Vorfragen zu beschäftigen, ehe wir unter Aufwendung grösserer Mittel zu den weiteren grundlegenden Arbeiten schreiten.

Schon der erste Befund soll uns Veranlassung sein, der Gestaltung des Geländes ein aufmerksames Auge zu schenken und auf alle jene allgemeinen Anzeichen zu achten, die wir in dem ersten Kapitel unserer Besprechung kennen gelernt haben, und die uns mit einiger Wahrscheinlichkeit nicht nur das Vorhandensein, sondern vielleicht auch den Verlauf eines Ton- oder Lehmlagers anzudeuten vermochten, sodass wir in Fällen, in denen wir mit der bestimmten Absicht ausgehen, nach Ton zu suchen, uns überhaupt scho i vorher diese Anzeichen zu Nutze machen mussten.

Dies gilt besonders für Umstände, unter denen wir über ein ausgiebiges Kartenmaterial nicht verfügen können. Ist aber ein solches zu haben, so wird es unsere erste Sorge sein, uns zunächst einen Katasterauszug zu beschaffen, der in Deutschland von den zuständigen Katasterämtern gegen geringe Vergütung, in Form einer Leinwandpause, angefertigt werden kann und im näheren Umkreis des Operationsfeldes die Besitzstücken und die Namen der Besitzer enthält. Man weiss dann von vornherein, mit welchen Nachbarinteressen man nötigenfalls zu rechnen hat und ist auch in der Lage, sich über mancherlei weitere Fragen, welche auftauchen werden, wie Abziehung von Wasserzuflüssen, Kommunikations- und sonstige Verkehrswege und ähnliches zu unterrichten, Fragen, mit denen wir uns nachstehend gleich weiter beschäftigen werden.

Neben dem Auszug aus der Katasterkarte beschaffen wir uns in allen Fällen ein Messtischblatt oder soweit dies möglich, eine geologische Landeskarte der Umgebung, die uns in dem grossen Massstabe von 1 : 25000 nicht nur von der Oberflächengestaltung des Geländes, sondern auch von dem geologischen Aufbau der Schichten innerhalb gewisser Grenzen ein Bild geben.

Man prüft zunächst auf dem Katasterplan die Lage des Grundstückes, auf dem sich die Tonprobe gefunden hat, um zu sehen, welche Ausdehnung das Grundstück hat und wie es zu den Nachbargrundstücken liegt. Ist der Komplex klein, sodass man schon von vornherein deshalb Bedenken haben muss, selbst wenn sich das Tonlager über das ganze Stück ausdehnt, so hat man schon

aus diesem Grunde Veranlassung, sich mit den Nachbargrundstücken zu beschäftigen und zu erwägen, wie weit deren Ankauf vielleicht in Frage kommen könnte. Auch die Lage des Grundstückes zu den Verkehrswegen ist von grösster Bedeutung. Wird das Grundstück von einem Kommunikationsweg durchschnitten, dessen Benutzung auch anderen Anliegern gestattet ist, so müsste später auf jeden Fall der Bedingung genügt werden, diesen Weg zu verlegen, weil derartige Verbindungswege zuweilen innerhalb des Tonlagers so ungünstig wirken, dass sie einen grossen Teil desselben dem Abbau entziehen. Auch hat man, selbst wenn dies nicht der Fall ist, kein Interesse daran, wenn man später die Fabrikanlage abgrenzen, bezüglich einzäumen will, den Anliegern einen Verkehrsweg durch die Grundstücke der Fabrik zu erhalten, was aber eintreten würde, wenn man nicht rechtzeitig für Ersatz durch Schaffung eines anderen Weges gesorgt hat. Wer auf Grund derartiger Unterlassungen mit den Gemeindevorständen von Dörfern schon verhandelt hat, um solche Wege durch die Fabrik nachträglich für die öffentliche Benutzung zu sperren, der weiss, welche Schwierigkeiten dabei oft zu überwinden sind, um den gewollten Zweck zu erreichen. Die Gemeinde sagt sich vielfach, die Fabrik ist reich und kann für Überlassung des Weges schon einige Opfer bringen, die im Vergleich zum richtigen Wert des Objektes aber oft ausserordentlich hoch sind; dann wollen aber die Landbesitzer, durch deren Stücke ein anderer Weg zu führen wäre, nochmals von der gleichen Auffassung ausgehend, entschädigt werden, und der Mühen und Sorgen giebt es dann mancherlei, die nicht gerade geeignet sind, die Freude am industriellen Unternehmen zu erhöhen.

Mit grosser Vorsicht muss man auch darauf achten, dass man sich selbst einen bequemen Zugangsweg zur Hauptstrasse offen hält, wenn nicht das Tongrundstück an einer solchen gelegen ist. In diesem Falle ist es oft das Bessere, Tongrube und Fabrikanlage getrennt zu halten, aus Gründen, die weiter unten erörtert werden sollen. Es ist dann vor allem dafür zu sorgen, dass die Anfuhr des Tones nach der Fabrik dauernd ohne Störung vor sich gehen kann, gleichgültig, ob die Beförderung des Materials mit Fuhrwerk, mit Grubenbahn bei Pferde-, Lokomotiv- oder elektrischem Betriebe oder durch Schwebe-, bezgl. Drahtseilbahn geschieht. Welche Art dieser Beförderungsmittel in dem einen oder anderen Falle mit Vorteil zu wählen sei, soll uns jetzt nicht beschäftigen, da dies eine Frage des Grubenbetriebes ist und bei Besprechung

dieses näher behandelt werden soll. Trotz alledem wird man die verschiedenen Möglichkeiten, soweit sie für den speziellen Fall in Betracht kommen können, mit erwägen müssen, um rechzeitig Sorge für die spätere Durchführung tragen zu können. Es sind so mancherlei Vorbedingungen zu erfüllen, die bei Nichtbeachtung im Anfang später zu unangenehmen Zwangslagen führen können. Die Gemeinde wird nicht ohne weiteres ihre Zustimmung geben, dass man einen ihr gehörigen Weg plötzlich andauernd mit schwerem Lastfuhrwerk benutzt und dafür einen besonderen Beitrag zur Erhaltung bezgl. Aufbesserung des Weges verlangen. Auch für Legen einer Grubenbahn auf Feldwegen und Chausseen werden vielleicht besonders verlangte Entschädigungen vorher am besten Gegenstand klarer Abmachungen sein. Bei Anlage von Schwebe- oder Drahtseilbahnen kommen noch besondere Anforderungen der Behörde hinzu, wegen der Sicherheit für Wege, über welche die Bahn geleitet werden muss. Konzessionsfragen haben schon manchem Industriellen ruhelose Zeiten und schwere pekuniäre Verluste gebracht, wenn man sie von vornherein zu leicht genommen hat, und wenn dann hinterher die Behörde anders entscheidet, als man gedacht hatte.

Zu diesen und ähnlichen Fragen giebt uns die Besichtigung des Geländes und das Studium des Kartenmaterials wichtige Anhaltspunkte. Ob es rätlich sei, Tongrube und Fabrikgebäude zusammenzulegen oder getrennt zu halten, ist eine Frage, die sehr von den jeweils vorliegenden Verhältnissen abhängt. Ist die Lage der Grube so günstig, dass auf kürzestem Wege eine Verbindung mit der Hauptstrasse erhalten werden kann, oder dass sich vielleicht gar die Möglichkeit eines Anschlussgleises nach der Eisenbahn bietet, so ist diese Frage leicht beantwortet, wenn nicht andere schwerwiegende, seltener vorkommende Bedenken sich geltend machen. Man muss sich immer sagen, dass es ausser den abgehenden Gütern auch ankommende giebt, vor allem die Brennmaterialien, und dass sowohl für diese als auch für die zu versendenden Waren ein öfteres Umladen schädigend wirkt und mit ganz anderen Nachteilen verbunden ist, als sie bei der gröberen Art der Verkehrsmittel für rohen Ton in Betracht kommen können.

So sehr ein Zusammenlegen des ganzen Betriebes anzustreben ist, so können doch die zuletzt geäusserten Gesichtspunkte oft für eine Trennung entscheidend sein.

Auch die Wasserfrage kann schon Gegenstand der ersten Erwägungen mit sein und zwar nicht nur in der Hinsicht, wie das

Wasser für die Fabrikation zu beschaffen sei, was oft eine von dem Tongrubenbetrieb ganz getrennt zu behandelnde Frage ist, sondern vor allen, ob es möglich sei, bei der Förderung des Tones etwa auftretende Sammel- oder Grubenwässer, die vielleicht durch Auspumpen entfernt werden müssen, so nach einem Graben oder an andere Orte abzuleiten, dass keine Schwierigkeiten entstehen.

Endlich benutzen wir das Kartenmaterial noch, um uns über die ganze nächste Umgebung zu orientieren, ob es möglich sei, bei gewöhnlichen Fabrikaten, wie Ziegelwaren, auf eine kaufkräftige Umgebung zu rechnen. Ob der Versand durch Fuhrwerk ausschliesslich geschehen müsse, oder vielleicht bis zu einer naheliegenden Eisenbahnstation, um dort die Güter umzuladen, ob es noch lohnend sei, die Gelegenheit eines Eisenbahntransportes zu benutzen, ob vielleicht ein direkter Anschluss an die Eisenbahn in Betracht kommen könne; unter welchen Verhältnissen dieser sich ev. durchführen lässt und ähnliche Fragen.

Inzwischen sind die Resultate der Untersuchung des Rohmaterials eingetroffen, und es wird am besten sein, an einigen besonderen Beispielen zu zeigen, wie solche Gutachten zu verarbeiten sind.

Das Laboratorium, das man mit der Prüfung des Tones beauftragt hat, wird sich lediglich über die Frage zu äussern haben, was aus dem Material auf normalem Wege hergestellt werden kann, es wird aber nicht die geringste Gewähr dafür bieten können, ob die Fabrikation im speziellen Falle auch eine lohnende sein wird. Wir haben schon gesehen, dass es zur Beantwortung dieser Frage des sorgfältigsten Studiums vieler anderer Umstände bedarf, die oft rein lokaler Natur sind und die ganz und gar nicht zu den Aufgaben eines Laboratoriums gehören. Wenn man aber sieht, welche Hoffnungen allein oft auf die Befunde der chemischen und mechanischen Prüfung eines Tones aufgebaut werden, so kann man nicht ernst genug auf die zweite vorn erwähnte Hauptfrage hinweisen: „Ist auch das Material in gleichbleibender Güte und genügender Menge leicht abbaufähig vorhanden, um eine normale Lebensdauer des zu gründenden Unternehmens zu sichern, vorausgesetzt, dass alle sonstigen Grundbedingungen dem Plan der Verwertung des Tonlagers günstig sind und nicht etwa erschwerend entgegentreten."

Über die Mächtigkeit und Abbauwürdigkeit eines Tonlagers sich Gewissheit zu verschaffen, giebt es nur einen Weg: Abbohren oder Schürfen. Beides ist auch in den einfachsten Fällen, wenn man einen Bohrmeister oder Bohrunternehmer nicht hinzuzuziehen

braucht, also die Arbeit selbst durchführt, immerhin mit nennenswerten Ausgaben verbunden, so dass man sich schon sehr klar über die Zweckmässigkeit der Arbeit sein muss, bevor man sie beginnt. Sind aber andere Erwägungen günstig verlaufen, so muss unter allen Umständen zum Bohren oder Schürfen geschritten werden, denn die für diese Arbeit aufgewendeten Kosten machen sich tausendfach bezahlt; erkauft man sich doch hierfür oft die Sicherheit für die Existenz Vieler. Gewiss ist der in schwierigen Fällen manchmal recht erhebliche Aufwand an Zeit und Geld, der Monate und Tausende von Mark erfordern kann, eine unangenehme Beigabe, und nicht leicht zu verschmerzen, wenn die Arbeit ein negatives, d. h. ungünstiges Ergebnis zeitigt. Aber wer möchte nicht lieber eine kleine Summe verlieren, um vielleicht einige Hunderttausend Mark zu retten. Die Kosten bleiben in allen Fällen in Grenzen, die den jeweiligen Verhältnissen entsprechen und sind ja verschwindend klein gegenüber dem Aufwand und dem Risiko, dass das Bohren nach anderen Rohmaterialien wie Kohle, Salz u. s. w. bedingt.

Man glaube auch nicht, in allen Fällen ohne Hinzuziehung eines sachverständigen und vertrauenswürdigen Bohrmeisters auskommen zu können; denn gar oft spielt der Zufall eine böse Rolle und bringt Schwierigkeiten, denen der Laie nicht gewachsen ist.

Unrichtiges und oberflächliches Bohren ist wertlos.

Bei der Bedeutung der Sache halte ich es für nötig, in einem besonderen Kapitel über das Bohren und Schürfen zu sprechen, um einerseits die wichtigsten Anhaltspunkte zu geben, wie man in einfacheren Fällen sich selbst zu helfen vermag, wenn man über gutes Werkzeug verfügt, um aber andererseits zu der Erkenntnis beizutragen, dass ein tüchtiger Bohrmeister in vielen Fällen die beste Sicherung ist.

Doch nehmen wir unseren Weg von dem ersten Fund bis zum regelrechten Abbau des Tones da wieder auf, als nach einer Reihe allgemeiner Vorerwägungen inzwischen die Resultate der Tonuntersuchung eingetroffen waren, bei deren Empfang wir uns den schon früher ausgesprochenen Satz wiederholen, dass oft schon diese Untersuchung massgebend dafür sein kann, ob man weitere Schritte tut.

Wir wollen hier die allgemeinen Betrachtungen verlassen, um an einigen Beispielen die Nutzanwendung des Gesagten zu machen.

Greifen wir auf den schon früher kurz angedeuteten Fall zurück, dass durch Zufall auf irgend einem Grundstück ein Ton

von angenehmen grauen Aussehen gefunden wird, der in dem Finder die Hoffnung erweckt, dass das Material für feinere Fabrikate der Ziegelindustrie, wenn nicht gar für Steinzeug oder feuerfeste Waren zu gebrauchen sei. Die Gegend ist schon reichlich mit Ziegeleien gesegnet, die meistens um etwa fünf bis zehn Kilometer näher nach den als Hauptabsatzgebiet zu betrachtenden Orten liegen, und sie vermögen wohl auch den Bedarf an Mauersteinen auf absehbare Zeit zu decken, aber sie verarbeiten eben alle nur Lehm, aus dem sie zwar einen recht guten, aber doch nur gewöhnlichen Mauerstein herstellen. Ein besserer Rohbaustein oder gar Verblendstein, nach dem sowieso eine lebhafte Nachfrage ist, wird also gut die Mehrkosten zu tragen vermögen, welche durch die erschwerte Anfuhr der Kohle und anderer ankommender Güter, dann aber vor allem durch die vermehrten Transportkosten nach dem Absatzgebiet entstehen. Das Gutachten des Laboratoriums geht ein und besagt, dass die eingesandte Probe von hellgrauem Aussehen sich als ein Tonmergel erweist, der mit Kalkstückchen bis zu Haselnussgrösse durchsetzt ist. Da diese Steinchen sich bei gewöhnlichen Ziegelbrenntemperaturen nicht tot brennen, also nach dem Brande durch Aufnahme von Feuchtigkeit bei Regen oder durch feuchte Luft ablöschen und dadurch ihr Volumen unter starker Druckäusserung vergrössern, so werden sie den Stein zerstören, wenn sie nicht vor der Verarbeitung des Tones durch Schlämmen oder weitgehende Zerkleinerung durch besondere Maschinen unschädlich gemacht worden sind. Erst dann wird man in der Lage sein, aus dem Material einen brauchbaren — Hintermauerungsstein — zu erzeugen, wenn man nicht vorsichtig genug ist, sich durch die erwähnten ungünstigen lokalen Verhältnisse weiterer Schritte zu enthalten; denn ob man diesen Mauerstein auch noch mit Nutzen verkaufen kann, darüber wird sich das Laboratorium nicht äussern.

So einfach wie in diesem Falle liegen die Umstände nicht immer, sodass sich der einsichtsvolle Besitzer des Tonlandes von vornherein das etwa Aussichtslose einer zu errichtenden Anlage sagen kann.

Die Verhältnisse sind so wechselnd und zuweilen so schwierig zu beurteilen, dass es nicht gut angängig ist, eine grössere Anzahl von Beispielen hier aufzuführen. Ein etwas komplizierter Fall möge indessen hier noch folgen:

Beim Bohren nach Braunkohle in einer mitteldeutschen Gegend wird ein Ton von hochplastischer Beschaffenheit gefunden, in einer Mächtigkeit, die auf grosse Ausdehnung des Lagers schliessen lässt. Die Ergebnisse der Untersuchung sind vorzüglich. Der Ton nimmt im Feuer eine schöne gelbe Färbung an, welche bei einer Temperatur von etwa Segerkegel 10 lebhaft zum Ausdruck kommt, und dann sind auch die Einwirkungen von Vanadinsalzen kaum mehr zu befürchten, die sich in dem Tone vorfinden und bei schwächerem Brande zu grünen und gelben Missfärbungen an den vermauerten Steinen Veranlassung zu werden pflegen. Da ausserdem der Ton erst bei einer Temperatur von Segerkegel 28 schmilzt, so kann er auch für die Herstellung feuerfester Steine Verwendung finden, also eine dem Besitzer des Tonlagers glänzend erscheinende Perspektive.

Von der Herstellung von Chamottewaren wird indessen abgesehen, da die Nähe grösserer Städte recht gute Aussicht für den Absatz an Verblendsteinen bietet, und da weitere Bohrungen einen Ton von gleichem Aussehen in grösster Ausdehnung des Feldes und günstig gelagert als vorhanden ergeben, so giebt es durchaus kein Bedenken, mit der Verwertung desselben vorzugehen. Es scheint nicht von Belang, wenn das Werk etwa zwei Kilometer von der Grube ab an der Hauptstrasse liegen wird; denn bei der gewollten Jahresleistung von etwa sechs Millionen Vollsteinen ist eine Grubenbahn von der genannten Länge bei Lokomotivbetrieb als selbstverständlich durchführbar zu betrachten, ebenso, wie ein normalspuriges Anschlussgleis von etwa drei Kilometer Länge, das die Fabrik mit dem nächsten Bahnhof verbindet, sich anscheinend zweifellos besser rentieren muss, als die Beförderung auf der sieben Kilometer langen Chaussee mit Fuhrwerk, wobei das Umladen auf dem Bahnhof die übelste Begleiterscheinung ist.

Nach modernsten Grundsätzen wird das Werk eingerichtet, mit verschiedenen Gasringöfen, künstlicher Trocknung, allen sonstigen zeitgemäss erscheinenden Anlagen, einschliesslich Direktorhaus und Beamtenwohnungen, sodass bei Fertigstellung der gesamten Anlage bis zur Inbetriebsetzung nahezu eine Million Mark, unter Einschluss eines nicht zu grossen Betriebskapitals, aufgewendet worden sind. Die Summe ist höher, als man anfänglich dachte, aber die Aussichten sind ja die besten.

Schon das erste Betriebsjahr giebt ein wenig erfreuliches Bild, indem sich zeigt, dass die Gasringöfen, von denen man die denk-

bar günstigsten Resultate erwartet und zugesagt erhalten hatte, eben die Hälfte des Einsatzes in rein gelber Farbe bei vielleicht zwei Sortierungen erster und zweiter Klasse ergeben, während das Übrige aber nur für geringeren Preis als Klinker oder für ganz geringen Preis als gewöhnliche Mauersteine verwertbar ist, teils infolge Misswirkung des Ofensystemes, teils aber infolge einer Erscheinung, die man am wenigsten erwartet hatte. Es zeigen sich nämlich auf den Steinen rote bis schwärzliche Flecken und Punkte bezgl. auch Löcher, aus denen eine glasartige Masse herausgeschmolzen ist, die den Stein kaum als Rohbau-, nicht aber als besseren Verblendstein verwendbar erscheinen lässt. Das Resultat der nächsten Betriebsjahre wird nicht besser und der Gewinn des Unternehmens bleibt aus. Abgesehen von den Misserfolgen mit den Öfen, die uns an dieser Stelle nicht beschäftigen sollen, hatte man in grösster Sorglosigkeit sich bei den einleitenden Schritten zur Anlage des Werkes damit begnügt, einen einzigen Bohrkern untersuchen zu lassen und die anderen Bohrkerne von gleichem Aussehen als gleichwertig angenommen. Man hatte eben nicht geahnt, dass man zufällig eine Stelle des Lagers beim ersten Bohrloch getroffen hatte, die von besonders reiner Beschaffenheit war, während das Lager sonst fast in seiner ganzen Ausdehnung sich als stark durch Schwefelkies verunreinigt zeigte, jenem Schwefel-Eisenerz, das wir als die Ursache jener schwarzen Flecken, Löcher und Ausflüsse zu betrachten haben.

Schon nach wenigen Jahren zeigt sich, dass an ein Arbeiten mit Gewinn nicht zu denken ist, da die Verluste immer grösser werden, und man ist gezwungen, einschneidende Änderungen zu erwägen. Da der Ton, wenn auch nicht erheblich, so doch feuerfest ist, beschliesst man, die Verblendsteinfabrikation aufzugeben und Chamottesteine herzustellen. Es kann sich natürlich nur um geringere Marken handeln, soweit der eigene Ton in Betracht kommt, und will man bessere Steine herstellen, so muss der dazu nötige Ton von anderer Stelle gekauft werden, um dann bei bescheidenem Gewinn wenigstens der Nachfrage genügen zu können. Diese Umwandelung kostet wieder Geld, und soll das neue Betriebsbild sich nicht von vornherein ungünstig gestalten, so muss man sich entschliessen, zur Begleichung der Unterbilanz aus den letzten Jahren und zur Reduktion des zu gross gewordenen Kapitales auf einen erheblichen Teil desselben zu verzichten.

Eine sorgfältigere Untersuchung des Tonlagers von Anfang an hätte die so entstandenen schweren Verluste verhindern können,

dann aber auch die Erwägung, dass man eine Temperatur von Seger-Kegel 10 zum Brennen von Verblendsteinen wegen des hohen Brennmaterial-Verbrauches nur unter besonderen Bedingungen — mit Nutzen — anwenden kann.*)
Nicht nur betreffs der gleichbleibenden Güte des Tones im Lager wird oft mit grosser Sorglosigkeit verfahren, sondern noch häufiger bleibt man völlig ohne genaue Unterlagen darüber, ob auch die Menge des vorhandenen, normal abbaufähigen Tones eine solche sei, dass man nicht eines Tages vor der Möglichkeit steht, überhaupt den ganzen Betrieb aus Mangel an geeignetem Material einstellen zu müssen. Auch hier mögen einige Beispiele aus der Praxis das Gesagte ergänzen.

Greifen wir den ganz einfachen Fall heraus, dass eine bestehende Ziegelei, die seit Jahren nur Hintermauerungssteine herstellt, vor der Frage steht, ihre etwas veralteten Brennöfen mit intermittierendem Betrieb durch einen modernen Ringofen von grösserer Leistung zu ersetzen, da einerseits die Öfen zu teuer brennen und andererseits auch die volle Leistungsfähigkeit der schon vor einer Reihe von Jahren beschafften neuen maschinellen Einrichtung durch diese bestehenden Öfen nicht ausgenutzt werden kann.

Der Absatz in der Umgegend ist gut, die Preise beständig, sodass die Vergrösserung der Jahresleistung ganz am Platze erscheint, um so mehr, als durch wesentliche Verbilligung des Brennens bei Anlage eines Ringofens und bei der gesteigerten Leistung durch Verringerung der allgemeinen Unkosten nicht nur eine gute Verzinsung des für den Neubau des Ofens aufzuwendenden Kapitals zu erwarten ist, sondern auch ein recht annehmbarer Überschuss.

Aber der Besitzer ist für die Durchführung seines Planes nicht kapitalkräftig genug und er wendet sich deshalb an ein Geldinstitut, um auf seine bislang schuldenfreie Ziegelei eine Beleihung zu erhalten.

Natürlich erfolgen auch hier zuerst die Fragen, die schon als Kardinalfragen bezeichnet wurden, ob auch genügend Lehm oder Ton von guter Qualität und billig zu beschaffen sei, um die nötige Sicherheit für die gewollte Vergrösserung zu bieten, und zwar soll hierfür ein fachmännischer Nachweis von dritter Seite erbracht werden. Der Besitzer wendet sich an einen Fachmann und erfährt von diesem, dass er schon nicht ganz recht gehandelt hat, ohne weiteres die

*) Vergl. Loeser, Handbücher I. Teil. Die Rohmaterialien der keramischen Industrie.

neue Maschinenanlage mit Maschinenhaus zu beschaffen, ohne sich vorher zu versichern, ob auch die wichtigste Grundbedingung erfüllt sei, d. h. ob Lehm oder Ton in genügender Menge und Güte vorhanden ist, um den Betrieb der Ziegelei noch auf eine längere Reihe von Jahren in solchem Umfange zu erhalten, dass eine Abschreibung der neubeschafften Einrichtung auch bei zeitweilig ungünstigen Marktverhältnissen möglich wird. Man hat eben vom Vater auf den Sohn immer in dem Gedanken weiter gearbeitet, dass der Lehm, der ja fast zu Tage liegt und in einer Mächtigkeit und Regelmässigkeit von 4—6 m in gleichmässiger Beschaffenheit sich vorfindet, gar nicht zu Ende gehen kann.

Da die Grundstücke neben der Tongrube dem Besitzer der Ziegelei gehören,.so wird durch angelegte Schürflöcher bald festgestellt, dass über diese Grundstücke hinaus der Ton unter gleich günstigen Verhältnissen sich findet; der Sachverständige entnimmt Proben aus verschiedenen Schichten, die teilweise zur Untersuchung an ein Laboratorium abgegeben werden, teilweise zu Probebränden im Werke selbst Verwendung finden, und da bei übereinstimmenden Befunden alle sonstigen Bedingungen zu erfüllen sind, verläuft diese Angelegenheit glatt und ohne Schwierigkeiten.

Derartig sehr einfache Fälle sind natürlich für den Fachmann schnell zu erledigen und für den Besitzer mit wenig Kosten verknüpft; aber es geht nicht immer so gut.

In einem anderen Falle ergiebt sich auf Grund der Bohrungen und Schürfungen, dass das vorhandene Material, soweit es sich auf dem Grundstück des Ziegeleibesitzers vorfindet, bei der beabsichtigten Betriebsvergrösserung vielleicht nur noch auf fünf Jahre ausreichen würde, sodass die Beleihung des Werkes rundweg abgelehnt wird, solange nicht die Sicherheit für eine längere Lebensdauer des Unternehmens geschaffen ist. Da aber der Ton an der Grenze des Nachbargrundstückes noch in gleicher Mächtigkeit ansteht, so ist die Annahme sehr berechtigt, dass dort genug Ton liegt und durch Ankauf dieser Stücke die verlangte Sicherheit geschaffen werden kann.

Man einigt sich unter der Hand mit dem Nachbar für den Fall des Ankaufes über einen Preis, der für gewöhnliches Ackerland nicht gerade bescheiden ist, bei dem aber beide Teile ihre Interessen finden. Es wird dem Ziegeleibesitzer zunächst gestattet zu bohren und zu schürfen, mit der Verpflichtung, das Feld wieder in den alten Zustand zu bringen und wirklich ergiebt sich, dass Ton in reichlicher

Menge und guter Qualität vorhanden ist. Inzwischen hat aber ein spekulativer Kopf dem Nachbar einen etwas höheren Kaufpreis geboten, da er sehr wohl weiss, dass der Ziegeleibesitzer kaufen muss, und als vorsichtiger Mann hat er sich das Kaufrecht notariell gesichert, wie es das Gesetz vorschreibt. Der Ziegeleibesitzer erfährt zu spät, dass er nicht mit genügender Sorgfalt gehandelt hat und hat das Nachsehen, indem er nun für das Grundstück das Doppelte von dem bezahlt, was er vorher mit dem Nachbar vereinbart hatte.

Ein dritter Fall! Die Ziegelei liegt in der Nähe einer Braunkohlengrube, die aus irgend welchen Gründen längere Jahre ausser Betrieb gewesen ist, sodass eigentlich niemand mehr recht daran denkt, dass dieser Betrieb wieder aufgenommen werden könnte. Der Ziegeleibesitzer hat unter ähnlichen Verhältnissen, wie sie vorher beschrieben wurden, Interesse daran, sein Tonlager zu erweitern und kauft verschiedene angrenzende Grundstücke, auf denen nachweislich leicht abbaufähiger Ton in reichlicher Menge und guter Beschaffenheit zu finden ist.

Da eröffnet gegen alles Erwarten die Braunkohlengrube, durch neu entstandene günstige Verkehrsverhältnisse veranlasst, wieder den Betrieb und setzt unglücklicherweise ihre Strecken unter dem inzwischen in Abbau genommenen neuen Tonlager fort, da ihr das Abbaurecht der einige Meter unter dem Ton liegenden und durch Tiefbau zu gewinnenden Kohle rechtlich gegen eine entsprechende Entschädigung an den jeweiligen Besitzer nach älteren grundbücherlich eingetragenen Abmachungen zusteht. Dies ist ein Unglück für den Tonbesitzer, da er nach den vorliegenden Verhältnissen erwarten muss, dass die Strecken unter seinem Ton, sobald die Kohle abgebaut ist, zu Bruche geschlagen werden, um die verwendeten Hölzer in üblicher Menge zurückzugewinnenund dies bedeutet für ihn einen schweren Verlust, da sein Tonland mit zu Bruch gehen wird und infolge der dadurch eintretenden Senkungen und Löcher an einen regelmässigen Abbau des Tones dann nicht mehr gedacht werden kann.

Das Abbaurecht der Grube ist älter als das der Ziegelei, und es bleibt dem Besitzer nichts weiter übrig, als die Grube durch eine gezahlte Entschädigung zu veranlassen, auf dieses Recht solange zu verzichten, bis er in einer Reihe von Jahren das in Frage kommende Stück abgebaut hat. So muss der Ziegeleibesitzer auf seinem eigenen Grundstück den Ton von der Kohlengrube kaufen, weil er in seiner Sorglosigkeit nicht daran dachte, dass diese in absehbarer Zeit ihr Kohlenabbaurecht geltend machen könnte.

Sehr wohl kann es auch vorkommen, dass ein Tonwerksbesitzer, ohne die Grundstücke, auf denen sich der Ton findet, erwerben zu können, sich lediglich das Recht ausbedingt, diesen Ton gegen eine vereinbarte Entschädigung zu fördern.

Dieses Recht hat nur Wert, wenn es in einer Form gesichert ist, die auch bei wechselndem Besitzer des Landes den neuen Besitzer bindet und müssen hierbei die jeweiligen gesetzlichen Bestimmungen sorgfältig erwogen werden, d. h. ob es nötig sei, Eintragungen im Grundbuch vorzunehmen, oder ähnlichen Formen zu genügen.

Wir haben uns im Vorstehenden etwas ausführlich mit der Frage beschäftigt, wie wichtig es sei, einen genügenden Tonbestand zu sichern, bevor man auf Grund eines vorhandenen Tonlagers Kapital auf lange Jahrzehnte festlegt. Wir haben alle Veranlassung, gerade diesem Punkt die vollste Aufmerksamkeit zu schenken; denn die Praxis bringt immer von neuem Fälle, wo man als beratender Ingenieur einzugreifen hat, und konstatieren muss, dass gerade in dieser Hinsicht nur zu oft mit einer recht grossen Sorglosigkeit verfahren wird. Wie manches blühende Werk ist schon aus Mangel an Ton zu Grunde gegangen, nachdem es noch wenige Jahre vorher unter grossem Aufwand mit modernen Maschinen und Öfen ausgestattet worden war, um noch leistungsfähiger zu werden, und der Fall kehrt immer wieder, dass Werke der Tonindustrie auf Grund vorzüglicher Jahresabschlüsse gekauft werden, indem man bei dem Wunsche, das wertvolle, gewinnbringende und billige Objekt zu erwerben, die bewussten Hauptfragen zu stellen vergisst: *Wie viel ist noch abbaufähiger Ton vorhanden und von welcher Beschaffenheit und wo ist der fachmännische Nachweis für diese Fragen?*

Die Möglichkeit, dass ein Tonvorkommen durch stark wechselnde Schichten von abweichender Beschaffenheit und durch ungünstige Lagerungsverhältnisse zuweilen vollkommen entwertet wird, was der Käufer leicht übersieht, haben wir bis jetzt kaum gestreift. Wir haben Gelegenheit, uns mit diesen Fragen bei Besprechung des Abbohrens und Schürfens im besonderen und bei Besprechung bestimmter Fälle an der Hand interessanter Beispiele aus der Praxis eingehend in den nächsten Kapiteln zu beschäftigen.

Litteratur: Keine.

V. Kapitel.

Bohren und Schürfen.

Das vorhergehende Kapitel hat gezeigt, dass zunächst auf eine ganze Anzahl von Vorfragen rein lokaler Natur eine befriedigende Antwort gefunden werden muss, um im Verein mit entsprechenden Resultaten der ersten Tonuntersuchung die weiteren Entschlüsse als berechtigt erscheinen zu lassen, ob ein sorgfältiges Bohren oder Schürfen am Platze sei.

Nur durch Bohren oder Schürfen, das mit mehr oder weniger Aufwand an Zeit und Geld, in schwierigen Fällen zuweilen mit recht nennenswerten Opfern verbunden ist, wird uns diejenige Sicherheit gewährleistet, die nötig ist, bevor man sich zum Abbau eines Tonlagers und zur Errichtung von Anlagen entschliessen kann, in denen ein Ton zu den verschiedensten Erzeugnissen der Ziegelei- und Tonwarenindustrie verarbeitet werden soll.

Durch das Abbohren oder Schürfen wollen wir erfahren, ob ein Tonmaterial, dessen Untersuchung uns im Verein mit einer befriedigenden Beantwortung der erwähnten Vorfragen Günstiges bei der Verarbeitung erwarten lässt, sich in solcher Ausdehnung und Beschaffenheit und in so günstigen Lagerungsverhältnissen vorfindet, dass sich ein Abbau ohne besondere Schwierigkeiten durchführen lässt, d. h. in einer Weise, die nicht grössere Unkosten bedingt, als das aufzunehmende Fabrikationsverfahren sie vertragen kann.

Wenn man sich die Entstehung der Tonlager nochmals kurz vergegenwärtigt,*) gleichviel, ob dieselben auf primärer Bildungsstätte gefunden werden, d. h. direkt auf dem Gebirge bezgl. dem Urgestein auflagernd, durch dessen allmählige Verwitterung und Zersetzung sie entstanden sind, oder ob man dieselben an anderem Orte vorfindet, wo sich die tonigen Bestandteile niedergeschlagen haben, nachdem sie durch Wasser von ihrer ursprünglichen Bildungs-

*) Vergl. Loeser, Handbücher I. Teil. Die Rohmaterialien der keramischen Industrie.

stätte fortgeführt und dabei vielleicht einen reinigenden Prozess durchgemacht haben, oder auch durch zugeführte Bestandteile vom dritten Ort verunreinigt worden sind, — jedenfalls werden die Tone bei der Ablagerung sich vollständig der Oberflächengestaltung des Untergrundes, sei dies nun das Urgebirge oder sei dies ein sekundärer oder tertiärer Platz, anpassen müssen und dabei in den Lagerungsverhältnissen alle Regelmässigkeiten oder Unregelmässigkeiten dieser Oberflächengestaltung in sich aufnehmen.

Hieraus geht schon hervor, dass wir durchaus keine sicheren Anhaltspunkte dafür haben, ob ein Tonlager horizontal und in gleichbleibender Stärke, wie sie vielleicht anfangs durch ein oder mehrere Bohrlöcher festgestellt worden ist, weiter verläuft, wenn wir auch aus der Art des Tonvorkommens in gewissen Fällen annähernde Schlüsse zu ziehen vermögen, die aber selten den Grad von Genauigkeit annehmen werden, wie man ihn für die spätere Ausgestaltung des Grubenbetriebes benötigt.

Vielleicht lässt der geologische Aufbau der oberen Schichten in der Umgebung der Fundstelle einen eben verlaufenden Untergrund erwarten und berechtigt zu der Annahme, dass die Ablagerung des Tones in ähnlich günstiger Weise erfolgt sei bei wenig wechselnder Mächtigkeit; doch können bald andere ungünstige Umstände, wie plötzlicher Wechsel der Eigenschaften des Tones, ungünstige Wasserverhältnisse u. a. etwa gehegte Erwartungen herunterdrücken.

Vor allem da, wo die Tone auf geneigtem Untergrunde von unregelmässiger Gestaltung, d. h. voller kleinerer Senkungen und Erhebungen, sich gebildet oder niedergeschlagen haben, können wir auf die grössten Unregelmässigkeiten nicht nur in der Mächtigkeit und in der Ausdehnung, sondern auch in dem Wechsel der Eigenschaften treffen, und zwar zuweilen in solchem Masse, dass es nur auf Grund sorgfältigster Bohrungen möglich wird, ein so klares Bild über den Verlauf einzelner Schichten in dem Tonlager zu gewinnen, dass man daraufhin massgebende Berechnungen anstellen kann.

In solchen Fällen würde meistens ein Aufwerfen von Schürflöchern oder Abteufen von Schächten als gänzlich verfehlt zu betrachten sein; denn wollte man diese so eng aneinander setzen, wie dies bei Bohrlöchern wohl möglich ist, so würden dadurch die Kosten zu einer Höhe anwachsen können, die nicht mehr in zulässigen Grenzen bleibt.

Mit der Frage: ob Bohren oder Abteufen von Schächten oder Aufwerfen von Schürflöchern zu empfehlen sei, wollen wir uns gleich weiter beschäftigen.

Hat man das Vorkommen von Ton an einer Stelle festgestellt, die vielleicht ungefähr in der Mitte eines grossen Grundstückes, wie in nebenstehender Figur 1 angedeutet, bei B1 liegt, so ist es nicht immer zweckmässig, schematisch so vorzugehen, wie es zuweilen empfohlen wird, d. h. das ganze Grundstück vielleicht in Quadrate zu zerlegen, deren gegenüberliegende Seiten einen Abstand von etwa 50—100 m haben, um dann in den Schnittpunkten der Seiten Bohrlöcher, Schächte- oder Schürflöcher anzulegen. Ein derartiges Verfahren würde nur bei Tonlagern von Nutzen sein, bei denen man aus irgend welchen Gründen von vornherein auf einen möglichst regelmässigen Verlauf rechnen kann, sodass man die Entfernung der einzelnen Schnittpunkte möglichst weit auseinander zu halten versuchen wird, um die Kosten des Bohrens oder Schürfens möglichst gering zu gestalten.

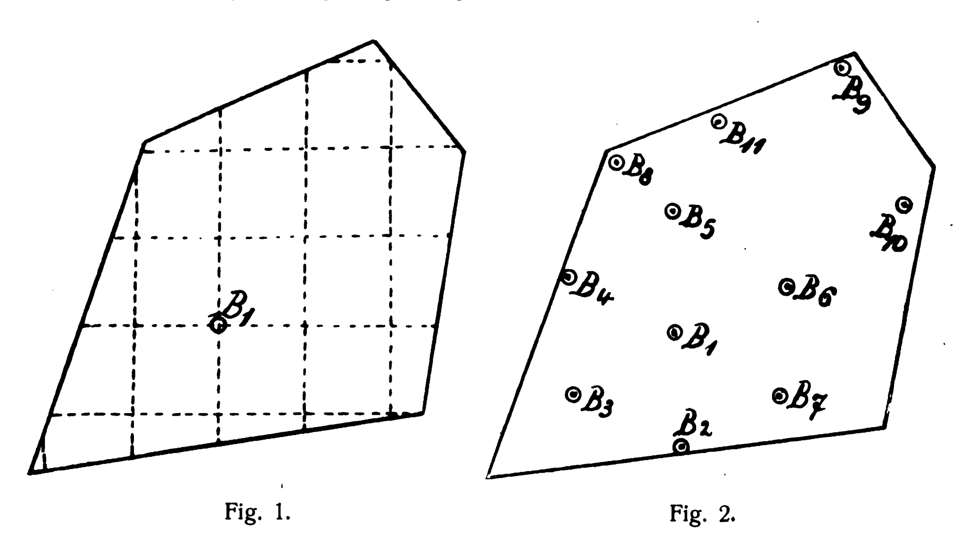


Fig. 1. Fig. 2.

Im Übrigen lassen sich für die nötige Anzahl der Bohrlöcher und die Entfernung derselben von einander keine bindenden Regeln aufstellen; denn bei wechselnden Lagerungsverhältnissen wird man bald die Erfahrung machen, dass an einer Stelle schon einige Bohr- oder Schürflöcher von annähernd 100 m Entfernung vielleicht ein klares Bild über den Verlauf der Schichten zu geben vermögen, während wieder an anderer Stelle des Lagers innerhalb kürzerer

Entfernungen von etwa 20—30 m starke Unregelmässigkeiten in der Lagerung bemerkt werden.

Nehmen wir also an, dass wir bei der Stelle „B1“ (Figur 2) Ton durch irgend welchen Zufall unter einer schwachen Decke von Ackerboden gefunden haben, und dass die Untersuchung ein günstiges Resultat ergeben hat, so wird man am besten tun, im Umkreise um die Fundstelle „B1“ herum, eine Anzahl Bohr- oder Schürflöcher anzulegen, deren Entfernung von „B1“ als auch unter einander man natürlich aus Zweckmässigkeitsgründen möglichst gross wählt — sagen wir annähernd 100 m — soweit die Oberflächengestaltung der Umgebung dies als angebracht erscheinen lässt.

Wir wollen den idealen Fall betrachten, dass die Figur 2 eine ausgedehnte Wiese von eben verlaufender Oberfläche und nur geringer Neigung vorstelle, und dass sich bei allen Bohrlöchern „B2“, „B3“, „B4“, „B5“, „B6“ und „B7“ kaum wesentliche Abweichungen oder Unregelmässigkeiten gegenüber der Fundstelle „B1“ gezeigt haben, so wird man in grösserem Umkreis um diese neuen Bohrlöcher eine weitere Anzahl solcher in gleichgrossen oder kürzeren Entfernungen, vielleicht auch ganz unregelmässig, anlegen, etwa „B8“, „B9“ und „B10“, wenn es die Grenzen des Grundstückes so als zweckmässig erscheinen lassen, und wird sich dann bald überzeugen, ob der Verlauf des Tonlagers an den Grenzen des Grundstückes noch annähernd der gleiche ist, oder ob vielleicht an der einen oder anderen Stelle, meinetwegen bei Bohrloch 9, kein Ton mehr gefunden wird, während derselbe bei „B8“ und „B10“, wenn auch in geringerer Mächtigkeit als bei „B5“, noch vorhanden ist, ob es also nötig sei, vielleicht dazwischen, etwa bei „B11“ und „B12“, mehrere neue Bohrlöcher anzulegen, um zu erfahren, wo sich das Tonlager möglicherweise ganz verliert.

Auf diese Weise sehen wir gleichzeitig, wie der Verlauf des Tonlagers an den Grenzen ist, ob sich dasselbe auf Nachbargrundstücken fortsetzt, ferner, welche Teile des eigenen Grundstückes minderwertigen oder gar keinen Ton aufweisen, ob und welche Stellen wir mit Vorteil für die Errichtung von Fabrikgebäuden ins Auge fassen können, und ähnliche Erwägungen, wie wir sie ja im vorhergehenden Kapitel eingehend betrachtet haben.

Ob es besser sei, zu bohren oder zu schürfen bezgl. Schächte abzuteufen, dafür lassen sich, wie schon angedeutet, allgemein bindende Regeln nicht aufstellen.

Gewiss giebt ein Schürfloch oder ein Schacht ein direktes klares anschauliches Bild über den Verlauf einzelner Schichten im Lager und eine reichliche Menge von Rohmateriel zur Durchführung von Versuchen, die auch den weitgehendsten Ansprüchen zu genügen vermögen. Diese Versuche können direkt zur Erzeugung normaler Probefabrikate durch den Besitzer des Tonlagers führen, nachdem auf Grund der Laboratoriumsergebnisse eine Grundlage gewonnen ist und — wenn die nötigen Hilfsmittel zur Durchführung solch grosser Versuche auch zur Verfügung stehen. Aus diesen Worten geht schon hervor, dass diese Fälle nur da in Betracht kommen werden, wenn es sich um Tonuntersuchungen in bestehenden Betrieben handelt, die entweder ihre Tonbestände durch Ankauf neuer Lager erweitern wollen, oder durch Erwerb von Rohmaterial anderer Beschaffenheit, vielleicht auch durch unerwartetes Antreffen anders gearteter Schichten im eigenen Lager Veranlassung und Gelegenheit zu einer Prüfung in grösserem Massstabe haben.

Bei starkem Wechsel in den Lagerungsverhältnissen und bei grosser Mächtigkeit des Tonlagers ist die Schürf- und Schachtarbeit aus den schon genannten Gründen meist nicht am Platze und zuweilen direkt verfehlt.

Die vorerwähnten umfangreichen Versuche mit dem Rohmaterial pflegen, wie schon gesagt, als Unterlage doch immer erst den Laboratoriumsversuch zu haben und dieser ist für den Fachmann, der Tone auf Grund praktischer Erfahrungen zu beurteilen versteht, eine gute und sichere Grundlage, um daraus seine Schlüsse für umfangreichere Arbeiten bezüglich für den Betrieb, direkt zu ziehen.

Für den Laboratoriumsversuch genügen aber geringere Mengen der einzelnen Probe, wie sie beim Bohren gewonnen werden, besonders wenn man eine Anzahl solcher Proben, sowohl aus den wechselnden Schichten ein und desselben Bohrloches oder in noch grösserer Zahl aus verschiedenen Bohrlöchern des Lagers zur Verfügung hat. Es muss aber dafür Sorge getragen werden, dass die Bohrkerne in richtiger Weise gewonnen worden sind und wirklich ein klares Bild über den Aufbau des Lagers geben.

Aus welchem Grunde soll man also dann zu den umfangreichen und kostspieligen Arbeiten des Aufwerfens von Schürflöchern oder des Abteufens von Schächten greifen, wenn womöglich nicht einmal die nötigen Einrichtungen vorhanden sind, um die so gewonnenen grossen Durchschnittsmengen an Material zweckentsprechend zu grösseren Versuchen zu verwerten?

Es hiesse den Wert einer sachgemässen Bohrung vollständig unterschätzen und falsch beurteilen, wenn man Schürflöcher oder Schächte als allein massgebend bezeichnen wollte und wir brauchen nur daran zu denken, dass andere Industrien sich auch mit den Resultaten des Bohrverfahrens allein begnügen müssen, wenn das Abteufen von Schächten mit Rücksicht auf die Kosten und aus verschiedenen anderen Gründen zunächst ausgeschlossen ist. Haben wir doch in den Bohrwerkzeugen so vorzügliche Hilfsmittel, die uns Schwierigkeiten überwinden helfen, denen wir bei Schächten zuweilen kaum zu begegnen vermögen.

Die Oberflächengestaltung des Tonlagers selbst ist oft sehr abweichend von derjenigen des Untergrundes, auf dem der Ton auflagert, besonders wenn dieser Untergrund nicht das Urgebirge ist, aus dem der Ton durch Zersetzung und Verwitterung entstanden war, sondern sich erst durch die mechanische Tätigkeit des Wassers an dieser Stelle niedergeschlagen hat. Diese Oberflächengestaltung des Tones ist für uns aber oft von grösstem Interesse, besonders dann, wenn sich über dem Lager wasserführende bezl. wasserdurchlässige Schichten befinden, die später Veranlassung zu Schwierigkeiten beim Abbau des Tonlagers werden können. Diese und ähnliche Gründe können es als erwünscht erscheinen lassen, über den Oberflächenverlauf des Tonlagers nicht nur innerhalb der für den Abbau in Erwägung gezogenen Grenzen, sondern in grösserem Umfange ein klares Bild zu gewinnen, ohne indessen ein weitergehendes Abbohren ausserhalb dieser Grenzen vorzunehmen. Für solche Zwecke wird in den meisten Fällen ein einfacher Sondierbohrer genügen, wie ihn Figur „3" im Bilde zeigt, wenn die das Tonlager überdeckenden Schichten nicht zu mächtig sind. An einer ein bis zwei Meter langen Stahlstange befindet sich am unteren Ende eine Rille. Schlägt man nun den Bohrer in das Erdreich ein, so wird er leicht von dem Ton, sobald er auf diesen trifft, eine Probe aufnehmen und beim Herausziehen mit nach oben führen. Beim Durchstossen verschieden gearteter Erdschichten — Ackerboden — Sand, Ton — wird man es bei einiger Übung bald fühlen, wenn man auf den Ton trifft.

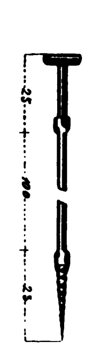


Fig. 3. Sondierbohrer.

Sobald aber die Deckschichten eine grössere Mächtigkeit annehmen und es sich darum handelt, auch ein genaues Bild über den

Charakter derselben zu haben, muss schon zu Bohrwerkzeugen gegriffen werden, die weitergehenden Ansprüche zu genügen vermögen, als das eben beschriebene kleine Hilfswerkzeug, und man wird dann mit den Hilfsmitteln arbeiten müssen, die überhaupt für das Abbohren des Tonlagers in seiner ganzen Mächtigkeit in Betracht kommen.

Es wurde schon an anderer Stelle darauf hingewiesen, dass nur gut erhaltene und nicht verunreinigte Bohrkerne ein klares Bild zu geben vermögen, wie sich der Verlauf der Schichten gestaltet. Um diesen Zweck zu erreichen, wird unter vielen Verhältnissen der Schnecken- oder Löffelbohrer allein genügen, sofern man nicht auf wasserführende Sand- oder Kiesschichten oder ganz





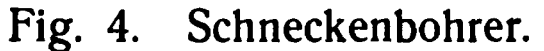


Fig. 4. Schneckenbohrer.

Fig. 5. Löffel- oder Schappenbohrer.

feinen trocknen Sand trifft, weil infolge dieser das Bohrloch leicht zusammenstürzen würde, wenn man nicht besondere Vorsichtsmassregeln anwendet. Liegt aber über dem Ton nur die Humusdecke oder wenig feuchter, vielleicht sogar toniger Sand oder Kies, so kommt man mit dem vorerwähnten Schneckenbohrer (Fig. 4) oder besser dem Löffelbohrer (Schappenbohrer) (Fig. 5) gut durch. Ersterer endigt schneckenartig in eine Spitze, die sich durch drehende Bewegung in die Erdschicht einarbeitet und den darüber befindlichen offenen muldenförmigen Teil mit dem so gelösten

Ton etc. füllt. Mehr geeignet für die Erhaltung eines guten Bohrkernes ist der besser geschlossene Löffelbohrer, der unten in einer überstehenden Schneide endigt, die den Boden löst und denselben in die mantelförmige Hülse einschiebt, in dem Masse, wie der Bohrer in die Schicht infolge der drehenden Bewegung und gleichzeitigen Belastung eindringt. Die Handhabung geschieht dabei so, dass der eigentliche Bohrer mit dem gewöhnlich massiven und vierkantigen Gestänge verschraubt wird, das zu seiner Führung dient und mit zunehmender Tiefe des Bohrloches nach Belieben verlängert werden kann, da jedes Gestänge hierzu an den verschiedenen Enden mit Vater- bezl. Muttergewinde versehen ist. (Fig. 6.)

Fig. 6. Massiv-Drehgestänge.

Der Bohrer wird dabei fast ansnahmslos rechtsdrehend geführt. Nach Emil Reich, dessen interessanten Ausführungen viele der nachstehenden Angaben über Bohrwerkzeuge und die zugehörigen Abbildungen entnommen sind (Werkzeuge für Brunnenbau und Tiefbohrung, Emil Reich, Berlin), genügt ein Gestänge von $1\,^1/_4$ Zoll für Bohrlochdurchmesser bis 250 mm. Bei der Drehung des Bohrers ist Aufwendung von grosser Kraft zu vermeiden, da für eintretende Hindernisse andere Werkzeuge verfügbar

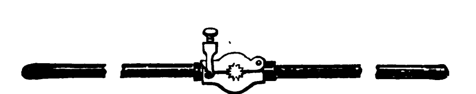


Fig. 7. Drehklemme.

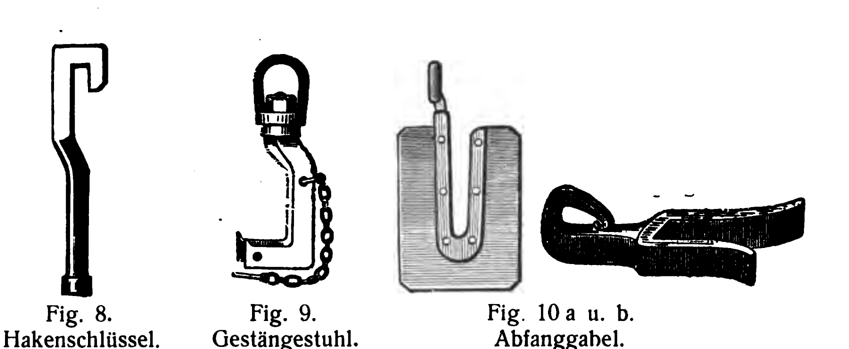


Fig. 8. Hakenschlüssel. Fig. 9. Gestängestuhl. Fig. 10 a u. b. Abfanggabel.

sind. Immerhin muss das Gestänge widerstandsfähig sein, weshalb man auch Hohlgestänge aus Gasrohr nur für ganz kleine Bohr-

zwecke anwenden soll. Gefasst wird das Gestänge während der Bewegung mittels der Drehklemme (Fig. 7), während der Hakenschlüssel (Fig. 8) zum Zusammen- und Auseinanderschrauben desselben dient. Bei grösserer Tiefe und zunehmender Schwere des ganzen Bohrzeuges hebt und versenkt man dasselbe mittels Rolle und Seil, die an einem Dreibock befestigt sind, wobei man das Gestänge mit dem Gestängestuhl (Fig. 9) und zur Verhinderung des ungewollten Niedergleitens mit der Abfanggabel (Fig. 10) fasst.

Es kommt aber hin und wieder vor, dass entweder das Seil reisst oder das Gestänge der Gabel entgleitet oder gar während des Bohrens bricht, und dann muss man versuchen, es wieder zu Tage zu befördern, was man durch Einsenken des Krätzers (Fig. 11) zum Fangen des Seilzeuges erreichen kann. Der Krätzer kann gleichzeitig auch verwendet werden, um runde Steine zu heben oder zum Lockern von Kiesschichten, während zum Fangen von Bohrstangen besser der Glückshaken (Fig. 12) Anwendung findet.

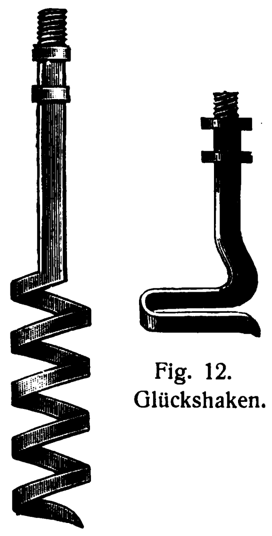


Fig. 11. Krätzer.

Fig. 12. Glückshaken.

Es ist bei der Anwendung des Löffelbohrers nicht erwünscht, dass die zu durchstossenden Schichten zu trocken seien, weil infolge der dabei entstehenden Reibung ein grosser Widerstand erzeugt wird, der leicht zu Brüchen Veranlassung werden kann, während bei feuchten Schichten ein leichteres Gleiten des Bohrers eintritt, sodass man sich unter Umständen durch Eingiessen von Wasser das Arbeiten erleichtert. Es soll aber die Feuchtigkeit nicht in dem Masse auftreten, dass entweder eine starke Schlammbildung oder gar ein Zusammengehen des Bohrloches eintritt. Während sich auch reiner feuchter Sand mit dem Löffelbohrer ganz gut heben lässt, da er genügend bindet, ist dies bei zu nassem, aber auch bei feinem, zu trocknem Sand nicht möglich und muss dann zur Verrohrung des Loches geschritten werden. Auch ist dies zuweilen nötig, wenn der Ton nicht steht, sondern infolge des Druckes überlastender Schichten schiebt und das Loch wieder schliesst. Geht dies Schieben langsam vor sich und kann man das Bohrloch in einer Arbeitsschicht niederbringen und braucht

es über Nacht nicht stehen zu lassen, so ist eventl. die Verrohrung zu vermeiden; schwerlich aber, wenn eingetretene Hindernisse oder Störungen eine längere Unterbrechung der Arbeit nötig gemacht haben. Unterbricht man die Arbeit bei Beendigung der Schicht, so muss bei Wiederaufnahme derselben vorsichtig und allmählich die alte Tiefe wieder gesucht werden, um eine Zerstörung des Bohrloches zu vermeiden, falls ein teilweises Zusammengehen bei fehlender Verrohrung, vielleicht auch infolge Aufweichen des Tones, stattgefunden hat.

Findet sich über oder zwischen dem Ton eine Schicht von Kies, so lässt sich derselbe bei etwas tonigem Charakter leicht mit dem Löffelbohrer holen. Ist der Kies zu locker und nicht tonig, sodass er wieder aus dem Löffel herausgleitet, so kann man sich in einfacher Weise dadurch helfen, dass man etwas feuchten Lehm oder Ton in das Bohrloch wirft und so den Kies im Löffelbohrer bindet, wenn man nicht mit Ventil- oder Stauchbohrer arbeiten will. Ist der Kies in harter und fester Schicht, so kann man versuchen, ihn mit dem oben beschriebenen Krätzer zu lockern, um dann in gleicher Weise zu verfahren, oder man muss zu Meissel- bezl. Freifallbohrung seine Zuflucht nehmen. Dasselbe gilt, wenn man über dem Ton Steine von grösserer Dimension findet, doch ist hierbei wohl zu erwägen, ob es nicht ratsam sei, überhaupt ein neues Bohrloch zu beginnen, um so mehr, als man diese sogenannten Teufelsköpfe häufig in nicht zu grosser Tiefe antrifft. Reisser, Meissel und Freifall sind eventl. auch anzuwenden, wenn plötzlich mitten im Ton steinige Schichten auftreten, die häufig ganz das Aussehen von wiedererhärtetem Ton haben.

Das Auftreten wechselnder Schichten — Sand, fetter und magerer Ton, steinige Partien, Kies — pflegt sich schon durch das Arbeiten des Bohrers anzudeuten; die Leute erkennen durch das Gefühf bei einiger Übung den Wechsel in der Schicht.

Man kann mit dem Löffelbohrer bei sachgemässer Handhabung und wenn nicht besondere Schwierigkeiten eintreten ohne Verrohrung, vielleicht bei etwas reichlichem Schlamm unter Zuhilfenahme des Ventil- oder Stauchbohrers auf Tiefen von etwa dreissig Meter kommen und dabei unter günstigen Verhältnissen Kerne bis 75 cm Länge und mehr auf einmal zu Tage fördern.

Aber man darf nicht die Mächtigkeit der Schichten etwa nach den Bohrkernen messen, sondern durch Marken

am Gestänge, die vor jedesmaligem erneuten Heraufbefördern eines Kernes erkennen lassen, um wieviel der Bohrer tiefer eingedrungen ist.

Die Gründe, welche eine Verrohrung des Bohrloches nötig machen können, — wie wasserführender oder auch trockener Sand, nasser Kies oder starkes Auftreten von Schlamm, ferner lebhaftes Zusammengehen einzelner toniger Schichten infolge überlastenden Druckes — wurden bereits erwähnt und es erübrigt, noch kurz zu beschreiben, in welcher Weise diese Verrohrung vorgenommen wird.

Man hat dabei in der Auswahl der Bohrröhren mit möglichster Vorsicht zu verfahren; denn man will die Röhren nach Fertigstellung des Bohrloches zurückgewinnen. Es muss einerseits die Bohrlochtiefe, die eventuell in Betracht kommt, berücksichtigt werden, dann aber auch die Art der Bodenformationen, welche zu durchstossen sind, und ob dieselben etwa einen grösseren Druck auszuüben vermögen.

Während z. B. beim Durchbohren feststehender Schichten einfache Nietröhren aus Eisenblech zum Absteifen des Bohrloches genügen, sind in schwimmendem und häufig wechselndem Gebirge besonders starkwandige Bohrröhren erforderlich, will man das Gelingen der Bohrarbeit nicht allein dem Glück und dem blinden Zufall verdanken; denn es stecken bereits genügend grosse Summen durch verloren gegangene Bohrlöcher in der Erde, deren Verlust durch mangelhafte Verrohrung verschuldet wurde.

Von Wichtigkeit ist die Verbindung der einzelnen Rohre unter einander, die am besten mit festen Gewinden geschieht. Von einer guten Gewindeverbindung wird verlangt: dass sie den Rohrdurchmesser nicht zu stark verdickt oder verengt, dass durch die Gewinde die Rohrwandung nicht aussergewöhnlich geschwächt wird, dass die Vater- und Muttergewinde fest sind, also nicht überdrehen. Die Gewinde sollen ferner leicht schrauben, aber auch nicht auseinanderreissen.

Über die Frage, welche der üblichen Verbindungen die beste sei, gehen die Ansichten weit auseinander. Emil Reich enthält sich deshalb in seiner schon genannten Brochüre über Bohrwerkzeuge eines weitergehenden Urteils, sagt jedoch, dass ihm aus seiner Tätigkeit die Nippelverbindung (Fig. 13) besonders bei Röhren mit verstärkter Wand als hervorragend widerstandsfähig erschienen sei.

Die verschiedenen Arten der Rohrverbindungen ersehen wir aus den Abbildungen 13, 14, 15, 16 und 17. Jede dieser Verbindungen hat gewisse Nachteile und gewisse Vorteile gegenüber der anderen. Am angenehmsten im Gebrauch erscheint die Verbindung Fig. 15, weil bei dieser Form die Rohre innen und aussen glatt bleiben; doch darf man nicht vergessen, dass durch die eingeschnittenen Gewinde eine Schwächung der Rohrwandung ein-

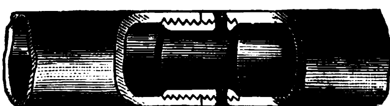


Fig. 13. Mit Nippen — aussen glatt.

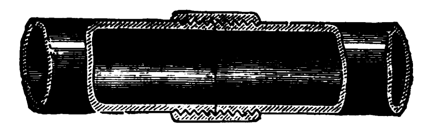


Fig. 14. Mit Muffen — innen glatt.

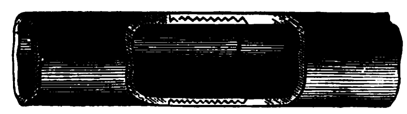


Fig. 15. Innen und aussen glatt — nur starkwandig.

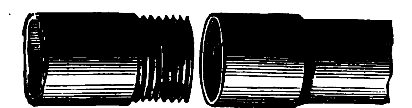


Fig. 16. Aufgeweitet — innen glatt.

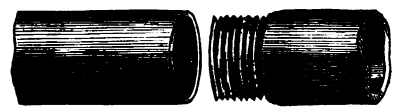


Fig. 17. Aussen glatt — eingezogen.

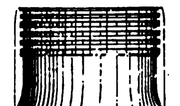
tritt, so dass diese Anwendungsform nur bei starkwandigen Röhren angebracht erscheint. Für Röhren von geringerer Wandstärke empfehlen sich die Verbindungen 13, 14, 16 und 17, die entweder durch Nippen, Muffen bezügl. Aufweiten und Einziehen einzelner Rohrenden hergestellt werden, um eine Schwächung der Rohrwand durch die Gewinde zu vermeiden; aber es entsteht hierbei der Nachteil, dass durch die äussere Verstärkung entweder das Einführen des Rohres selbst in das Bohrloch erschwert wird, oder dass infolge der inneren Verstärkung die Handhabung der Bohrwerkzeuge mit grösserer Vorsicht durchgeführt werden muss, vor allem aber, dass infolge dieser vorspringenden Teile mit grösserem Anfangsdurchmesser der Rohre zu rechnen ist, wenn

man bei grossen Bohrtiefen mit einer Rohrweite nicht auskommt und zur Zusammenstellung eines Röhrensystemes gezwungen ist, dessen einzelne Röhrentouren mit zunehmender Tiefe einen geringeren Durchmesser erhalten müssen, ohne dass man einen erwünschten Enddurchmesser bei der letzten Tour unterschreitet.

Es soll der Spielraum zwischen den einzelnen Rohrtouren eben nicht zu klein sein, weil sonst leicht Rohrverklemmungen entstehen; er soll aber auch nicht zu gross sein, denn sonst werden die Anfangstouren zu kostspielig. Reiche empfiehlt für eine Tiefe bis zu 50 m, die beim Abbohren von Tonlagern selten erreicht wird, eine Zusammenstellung von zwei Touren und zwar:

Tour 1 = 140 mm äussere Weite
Tour 2 = 114 „ „ „

Verbindungsform dabei wie Fig. 16, lichter Enddurchmesser 100—105 mm.



Glatt. Gezahnt.
Fig. 18. Bohrschuhe.

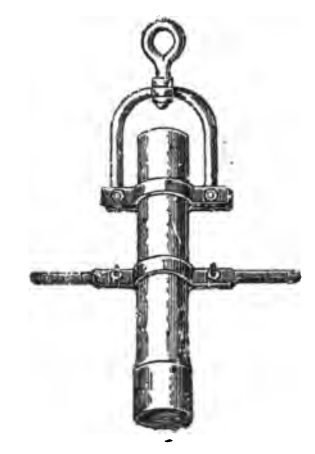


Fig. 19. Senkbügel.



Fig. 20. Senkglocke.

Das Fussende des eingeführten Röhrenstranges muss gegen Zusammendrücken von aussen und gegen Zerreissen oder Zersplittern von innen durch das Anschlagen der Bohrwerkzeuge geschützt werden; man pflegt dasselbe deshalb mit einem schneidenförmigen Stahlringe zu versehen. Entweder genügt es schon, auf das Gewinde des angeschärften Endes eines Rohres einen geschweissten

Stahlring warm aufzuziehen — die aufgenietete Stahlschneide —; oder ein dem Rundmeissel ähnlicher Schneidering aus Stahl wird mittelst Innen- oder Aussengewinde mit dem Bohrrohr verschraubt — der Stahlbohrschuh (Fig. 18), der entweder an seinem unteren Rande gezahnt oder glatt sein kann.

Das Einlassen und Heben der Rohre sollte niemals an einer einseitigen Ketten- oder Seilschlinge geschehen, sondern mittelst des Senkbügels (Fig. 19) oder der Senkglocke (Fig. 20), wobei zu bemerken ist, dass der Senkbügel zu zwei bis drei verschiedenen Rohrdimensionen passt, die Senkglocke indessen nur zu einer. Das Zusammenschrauben der Gewinde geschieht mittelst der Rohrschelle mit halblangen Armen, auch Drehklemme genannt, die ebenfalls in Fig. 19 dargestellt ist.

Als eine der Ursachen, die das Verrohren der Bohrlöcher nötig machen können, haben wir schon das eigentümliche Verhalten einzelner toniger Schichten kennen gelernt, unter der Einwirkung überlastender Schichten und infolge ihrer eigenen schlüpfrigen Beschaffenheit (Parallelstruktur)*) da, wo sich die Möglichkeit bietet, vielleicht an einem Abhange, vielleicht durch Aufgraben einer Grube, aber ebenso natürlich bei der kleinen Öffnung eines Bohrloches aus ihren Schichten herauszutreten und den so geschaffenen freien Raum nach und nach auszufüllen. Dieses Heraustreten oder Schieben des Tones kann mit solcher Gewalt geschehen, dass bei zu schwachwandigen Röhren diese zerdrückt werden, oder dass starkwandige Rohre, wenn sie dem Druck der Tonschicht nicht nachgeben, so fest gekeilt werden, dass an ein Wiederausziehen nicht zu denken ist.

Hat sich in dem Bohrloch, sei es nun verrohrt oder nicht, durch allmähliches Lösen von erdigen Teilen oder Abspülen von Sand soviel Schlamm gebildet, dass das Weiterarbeiten mit dem Löffelbohrer erschwert wird, so ist es nötig, diesen Schlamm von Zeit zu Zeit mit dem Ventil- oder Stauchbohrer zu heben. Dasselbe gilt, wenn man auf wasserführende, also sehr nasse Sand- und Kiesschichten trifft, die an und für sich eine Verrohrung des Loches schon nötig gemacht haben.

Dieser Ventil- oder Stauchbohrer, auch Schlammbüchse genannt, wird nicht in der Weise wie eigentliche Bohrer angewendet, dass man ihn unter Anwendung von Druck durch drehende

---

*) Vergl. Loeser, Handbücher der keramischen Industrie, I. Teil.

Bewegung in das Erdreich eindringen lässt und dies dabei durch die Schneiden des Bohrers löst, sondern seine Handhabung ist eine auf und niederstauchende. Die Bezeichnungen „Schlammbüchse“ und „Ventilbohrer“ erklären weiter die Eigenart dieses Instrumentes, wie wir es aus der nebenstehenden Abbildung (Fig. 21 a) erkennen.

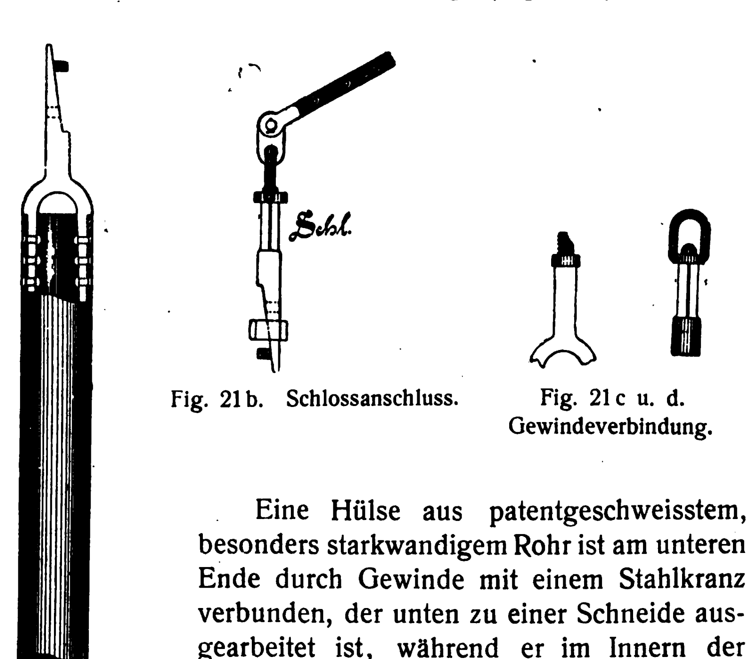


Fig. 21 b. Schlossanschluss.

Fig. 21 c u. d. Gewindeverbindung.

Fig. 21 a. Schlammbüchse oder Ventilbohrer.

Eine Hülse aus patentgeschweisstem, besonders starkwandigem Rohr ist am unteren Ende durch Gewinde mit einem Stahlkranz verbunden, der unten zu einer Schneide ausgearbeitet ist, während er im Innern der Hülse einen vorstehenden Rand bildet, auf dem eine leichtbewegliche Ventilklappe aus Leder aufliegt.

Diese Ventilschneide kann durch seitlich angeordnete versenkte Stahlschrauben mit dem Rohr verbunden werden, will man nicht Gewindeverbindung anwenden; jedenfalls müssen sowohl Stahlschneide als auch Ventilklappe leicht auszuwechseln sein. Am oberen Teile der Hülse befindet sich ein Bügel, der entweder mit Schlossanschluss oder Gewinde versehen ist. (Fig. 21 b, 21 c und 21 d.)

Der Stauchbohrer ist verhältnismässig schwer, so dass er durchgängig seine Arbeit durch sein Eigengewicht verrichtet und sogen. Schwerstücke, mit denen wir uns später zu beschäftigen haben, kaum nötig sind. Bei geringerer Tiefe verfährt man bei Anwendung der Schlammbüchse so, dass man dieselbe mit dem

Bohrgestänge verschraubt; der Bohrarbeiter tritt auf eine Holzklemme, die man bei der Verrohrung immer mit Vorteil verwendet (Fig. 22); er lässt die Büchse am Gestänge in das Bohrloch ein und macht eine pumpende Bewegung bei nur kurzen Hüben. Nach einigen Stössen wird die Büchse mit Schlamm gefüllt sein. Ein langsames Stauchen und ein langsames Wiederausziehen der Schlammbüchse ist unter allen Umständen nötig, weil einerseits durch zu heftige Bewegung der Schlamm unnötig aufgerührt wird und dann schwer im Ventilbohrer sich absetzt; andererseits kann bei zu heftigem Herausziehen derselbe sich leicht im Bohrloch festklemmen, so dass es dann Schwierigkeiten bereitet, ihn wieder zu holen, vor allem, wenn es sich um grössere Tiefen handelt und nicht mehr mit dem Gestänge, sondern mittelst Seil, Rolle und Dreibock gearbeitet werden muss. Die Büchse soll nicht bis zum Überlaufen mit Schlamm gefüllt werden, sondern man wird sie eher herausziehen und entleeren, indem man sie nach Lösen vom Gestänge oder vom Seile auf den Kopf stellt und durch Beklopfen mit einem Hammer durch die seitlichen Öffnungsenden den Bohrschlamm abführt.

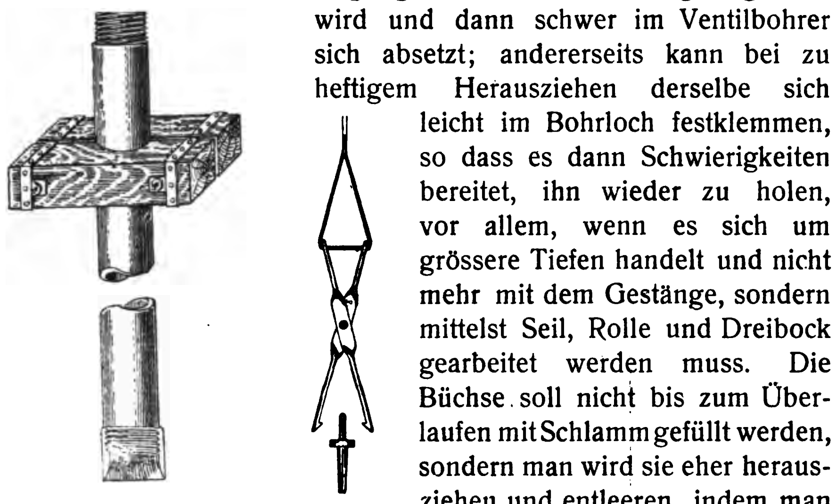


Fig. 22. Holzklemme. Fig. 23. Ventilzange.

In dem Masse, wie man so wasserführende Sandschichten durchdringt, wird die Verrohrung in die Schicht einsinken. Trifft man mit dem Rohr dann wieder auf tonigen oder lehmigen Boden, so wird dasselbe etwas in diesen hineingedrückt, um die treibende Sandschicht oder die wasserführende Kiesschicht abzusperren und man arbeitet dann in der alten Weise mit dem Löffelbohrer weiter.

Bei eintretenden Gestänge- oder Seilbrüchen bei Anwendung des Stauchbohrers kann man versuchen, diesen mittelst der Ventilzange (Fig. 23) wieder aus dem Bohrloch herauszuholen; jedoch bleibt es immerhin Zufall, ob es glückt, das verlorene Stück wieder-

zugewinnen, und deshalb kann nur wiederholt zu vorsichtigem Arbeiten geraten werden.

Ebenso wie der Löffelbohrer in der Länge des Löffels, ist der Ventilbohrer in der Länge der Hülse nicht beschränkt; doch verbietet sich bei ersterem eine zu grosse Länge durch die Erschwerung der Arbeit von selbst, bei letzterem würde ausser einer Erschwerung der Füllung auch das Wiederentleeren der Hülse unter Umständen so lange Zeit in Anspruch nehmen, dass man schon verschiedene Stauchbohrer zur Reserve bereit halten müsste, wenn man sich nicht auf ein langsames Fortschreiten der Arbeit gefasst machen will.

Es war schon darauf hingewiesen, dass beim Auftreten harter, steiniger Schichten, — sei es nun, dass dieselben kiesigen Charakter haben oder eine derbe Decke von geringerer Mächtigkeit bilden, -- der Löffelbohrer versagt und dann versucht werden muss, das Hindernis mittelst des Krätzers (Fig. 11) oder eines Meissels, wie Fig. 24a, b, und c in verschiedenen Ausführungs- und Verbindungsformen zeigt, zu beseitigen.

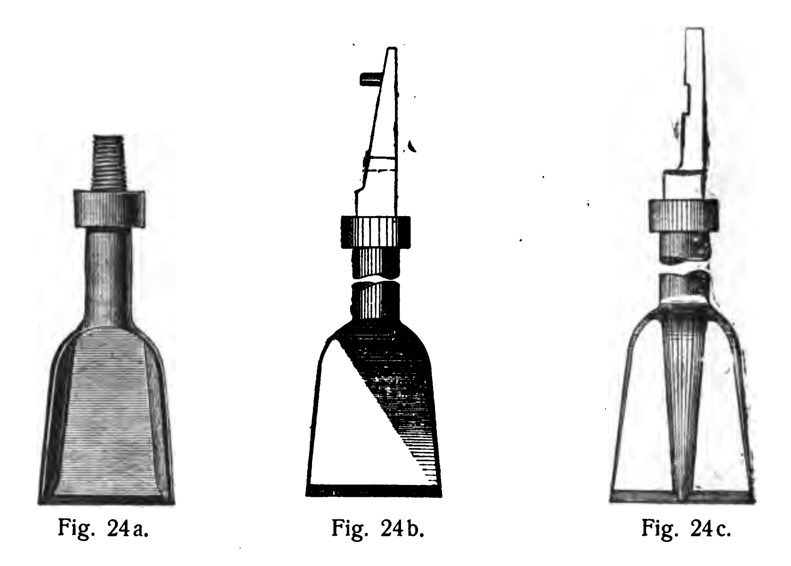


Fig. 24a. Fig. 24b. Fig. 24c.

Diese Instrumente werden dann mit dem Bohrgestänge verschraubt, soweit es sich um geringere Tiefen handelt, und mittelst Hand durch drehende oder stossende Bewegung die Schicht durchbrochen, was in den meisten Fällen gelingt. Man kann dann den

Kies oder die Steinstückchen in der schon beschriebenen Weise mit dem Löffelbohrer oder der Schlammbüchse holen.

Weniger angenehm ist es, wenn man auf vereinzelte grosse Steine trifft, die sich zuweilen in geringen Tiefen und unerwartet, also unberechenbar, auch in sehr reinen Tonvorkommen zeigen können. Gewöhnlich versagen dann Krätzer und Handmeissel, und man tut dann am besten, das Bohrloch zu verlassen und ein neues zu beginnen.

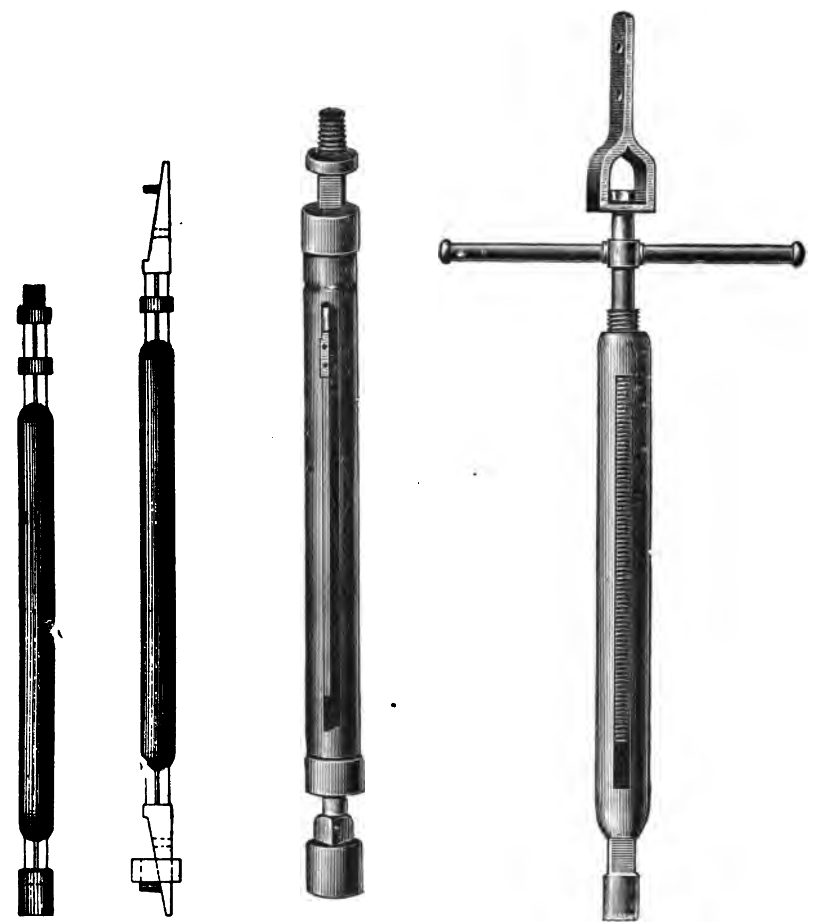


Fig. 26 a und b. Schwerstück oder Schwerstange. Fig. 27. Abfallstück. Fig. 28. Stellschraube.

Es können Fälle eintreten, dass man bei schon erreichter grosser Tiefe auf solche Hindernisse stösst, zu deren Beseitigung die genannten Hilfsmittel auch nicht mehr genügen. Hat man aber vielleicht infolge sorgfältigen Verrohrens und in der Erwartung, dass man infolge starker Pressung der Tonschicht einen Teil der Rohre preisgeben muss, ein besonderes Interesse daran, die Arbeit fortzusetzen, so kann man versuchen, den Stein oder die steinige Schicht mittelst des sogenannten Freifalls zu durchstossen. Fig. 25 bis 28 zeigen uns die Einrichtung eines derartigen Freifall-Bohrapparates mit den wichtigsten Einzelteilen.

Ein Gussstahlmeissel, wie in Fig. 24 dargestellt, oder von ähnlicher Form, ist mit einem sogenannten Schwerstück oder Schwerstange (Fig. 26a und b) verbunden, das durch sein Gewicht beim Fallen des Meissels die Arbeit desselben unterstützen soll, besonders, wenn es sich um Tiefen handelt, bei denen das Gewicht des Gestänges noch zu gering ist. An das Schwerstück reiht sich der wichtigste Teil des Apparates, das Abfallstück, das den freien Fall nach geschehenem Anhub vermitteln soll. Es besteht aus einer Stahlhülse (Fig. 27), welche einseitig geschlitzt ist und die Fallstange mit Fangkeil führt. Der Keilschlitz ist am oberen Teil erweitert und zum Keilsitz ausgebildet. In der Ruhe hängt die Fallstange mit dem Fangkeil und dadurch Schwerstange und Meissel auf dem Keilsitz. An das Abfallstück reiht sich der Bohrtiefe entsprechend das Schlaggestänge, dessen genaue Länge durch die Stellschraube (Fig. 28) reguliert wird. Durch das Drehen der Stellschraube nach rechts, das bei jedem Niedergang geschieht, erhält der Meissel stets eine neue Angriffsstelle.

Das ganze Zeug hängt an dem Schlagebock oder Balancierbock (Fig. 25), dessen Bohrschwengel entsprechend dem Gewichte des Zeuges durch Belastung des langen Hebels ausbalanciert wird. Indem man nun mit nötiger Kraft das hintere Ende des Schwengels auf den Prellklotz niederdrückt, erfolgt durch den Prellschlag eine Erschütterung des hängenden Bohrzeuges; der Fangkeil fliegt in die Höhe, wird durch eine kurze Rechtsbewegung des Krückels seines Ruhepunktes beraubt, und Fallstange mit Bohrbär und Meissel fallen mit aller Wucht auf die Bohrlochsohle.

Die Praxis hat die Tatsache ergeben, dass bei mittlerer Fallhöhe und möglichst vielen Schlägen ein schnellerer Fortgang der

Bohrarbeit erzielt wird, als bei grosser Fallhöhe und dadurch bedingter geringerer Hubzahl, abgesehen davon, dass die Bruchgefahr bei hohem Fall grösser wird. Alle Gewinde der Freifallwerkzeuge sind am besten konisch gehalten; es wird hierdurch verhindert, dass die Verbindungen bei der Schlagarbeit nachgeben und andererseits trotz natürlicher Abnutzung einzelner Gewindeteile ein völliger Verbrauch jeder Verbindung ermöglicht.



Fig. 31. Hohlmeissel.

Der Handbetrieb beim Freifallbohren findet in einer bestimmten Tiefe je nach Grösse des Bohrloches seine Grenze, dürfte wohl aber für unsere Interessen ausschliesslich in Betracht kommen, wenn ausnahmsweise von dieser Art Bohrung Gebrauch gemacht werden muss.

Die Möglichkeit der Anwendung von Kraftbetrieb mittelst Dampf, Wasser, Gas oder Elektrizität, die sich mit kleinen Veränderungen des Schlagbockes leicht durchführen lässt, sei deshalb, der Vollständigkeit halber, nur erwähnt.

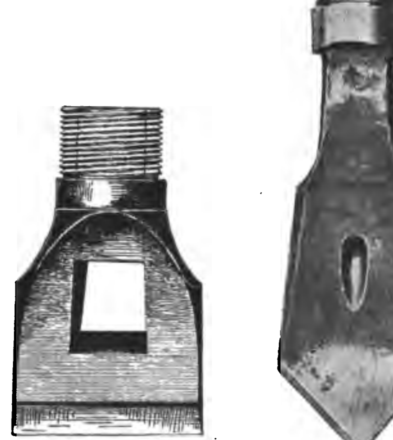








Fig. 32—35. Hohlmeissel.

Wenig zweckentsprechend für die Untersuchung von Tonlagern und ganz gut entbehrlich ist die Spülbohrung, mit der wir uns deshalb nur ganz kurz befassen wollen. Das Prinzip des Verfahrens ist, dass man auf die Sohle des Bohrloches Druckwasser leitet, das in Röhren wieder hoch steigt und dabei den durch Dreh- oder Stossmeissel gelockerten Ton oder Sand als Schlamm nach oben führt. So rasch und rationell diese Arbeit bei günstigem, nichtsteinigem Boden vorwärts schreiten mag, so wenig günstig ist die Zerstörung der Bohrproben für die Zwecke der Tonuntersuchung, da wir kein zuverlässiges Bild der durchsunkenen Schichten erhalten; denn der aus dem Spülwasser abgesetzte

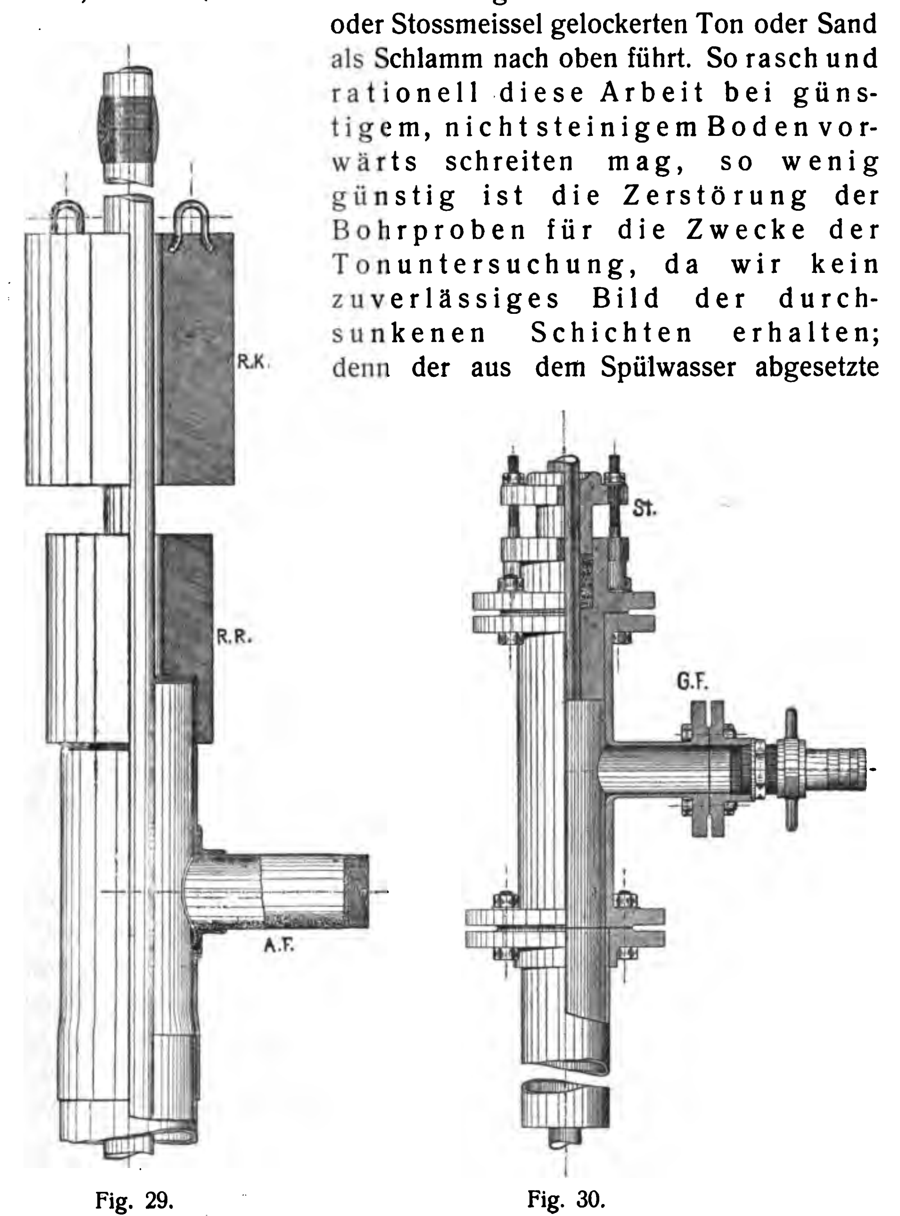


Fig. 29. Fig. 30.

Schlamm wird nie das Gefüge zeigen können, wie wir es bei einem guten Bohrkern haben. Sandadern, wie überhaupt schwache Schichten wechselnden Charakters können kaum erkannt werden, wie auch von den Übergängen der einen Schicht in die andere ein klares Bild nicht zu gewinnen ist.

Man unterscheidet bei der Spülbohrung zwei Arten der Druckwasserzuführung zur Bohrlochsohle und zwar: 1. die direkte, 2. die umgekehrte Spülung. Erstere (Fig. 29) ist die ältere und führt die Kraft des Druckwassers durch ein Hohlgestänge an die Meisselschneide und dann den gelösten Boden als Schlamm, Bohrschmand oder Bohrtrübe im Zwischenraum zwischen Gestänge und Bohrrohr zu Tage, wo er durch ein T-förmiges Auslaufstück in geeignete Behälter zur Klärung abfliesst. Bei dieser Bohrweise kann auch ein Rammapparat, wie in der Abbildung angedeutet, eingeschaltet werden.

Bei der umgekehrten Spülung gelangt das Druckwasser durch ein T-Stück und die Bohrröhren (Fig. 30) auf die Bohrsohle und führt den Bohrschlamm durch das Hohlgestänge zu Tage, das in diesem Falle keinen engen Durchmesser haben darf. Ausserdem ist hierzu eine Abdichtung der Bohr- und Mantelröhren mit dem Hohlgestänge erforderlich, was durch Stopfbüchsen-Einrichtung geschieht, wie aus Fig. 30 ersichtlich. Fig. 31 bis 35 zeigen einige der bei diesem Verfahren üblichen Hohlmeissel für direkte und umgekehrte Bohrung.

Bei Beschaffung eines eigenen vollständigen Bohrzeuges kann man nach den gegebenen Anhaltspunkten sehr wohl von Freifall- und Spülbohrung absehen, dagegen sind alle Werkzeuge für Drehbohrung, für Stauchbohrung und für gewöhnlichen Handmeissel einschliesslich Ausrüstung für Verrohrung unentbehrlich.

Bei Annahme einer Tiefe von etwa 30 m und mehr, die für die Verhältnisse der Tonindustrie meist nicht erreicht, seltener noch überschritten wird, genügt eine äussere Weite der Verrohrung von etwa 100 mm, um dem Zwecke der Sache genügende Bohrkerne zu erhalten, die dann bei Anwendung dieser Rohre einen Durchmesser von etwa 60 mm haben, während man mit einem Schnecken- oder Löffelbohrer von 100 mm Durchmesser im Lichten arbeiten wird, so lange Rohre nicht eingesetzt worden sind aber voraussichtlich eingesetzt werden müssen. Ob man bei Nichtverwendung der Verrohrung den schwächeren oder stärkeren Bohrer anwenden soll,

wird in jedem Falle nach der Gleichmässigkeit und der Mächtigkeit der Schichten zu entscheiden sein.

Die Kosten eines solchen Bohrzeuges verteilen sich auf die einzelnen Einrichtungen etwa folgendermassen:

1. Verrohrung mit Zubehör:
30 m Bohrrohr von 102 mm äusserer Weite, mit Stahlschneide am Fussende, Holzklemme mit Mutterschlüssel, eiserne Drehlemme, Senkbügel mit Wirbel, Spannkette . . . etwa 175 Mk.

2. Teile zum Bohrgerüst:
Bolzen mit Bügel, Drahtseilrolle, 50 m Stahldrahtseil, Sicherungshaken, Seilwelle mit Zapfen und Lagern, Rüststangen . . . . „ 75 „

3. Werkzeuge zum Seilbetrieb:
1 Erdbohrer mit Gestänge zum Vorbohren, 130 mm äussere Weite. Zum Bohren in den Rohren, 1 Stauchbohrer, 80 mm ä. W., dazu Schwerstück, Wirbelstück und Reserveventil. Zum Zertrümmern harter Schichten: 1 Stahlmeissel mit Nachschneiden, 85 mm, mit Schaft, passend zum Schwerstück . . . . . . „ 100 „

4. Werkzeuge zum Drehbohren:
30 m massives Bohrgestänge, 26 qmm, Schweisseisen, Reserve- und Gestängeverschraubungen, Drehklemme, Abfanggabel und Hackenschlüssel. 1 Schneckenbohrer, 75 mm ä. W., 1 Löffelbohrer, 85 mm ä. W., 1 Krätzer, 1 Glückshacken . . . . . . „ 225 „

Summa etwa Mk. 575.—.

Für geringere Tiefen hat Reich ein vollständiges Bohrzeug ähnlichen Umfanges zusammengestellt, welches bei einer äusseren Weite des Schnecken- und Löffelbohrers von nur 50 mm auch nur entsprechend schwache Kerne zu erzeugen vermag. Das Bohrzeug soll bis auf eine Tiefe von 10—11 m im grossen und ganzen angewendet werden, aber auch bis auf Tiefen von 25 m bei Ergänzung der entsprechenden Teile anwendbar sein. Während die Anschaffungs-

kosten dieses Bohrzeuges für geringe Tiefen rund 125 Mark betragen, erhöhen sich dieselben durch Hinzufügen der Ergänzungsteile für grössere Tiefen ganz wesentlich.

Es dürfte bei der Bedeutung der Bohrarbeit für alle weiteren Schlüsse und für die Sicherheit des Unternehmens wohl zu erwägen sein, ob man sich auch für den sogenannten Privatgebrauch mit einer für den Zweck der Sache kaum ausreichenden Ausrüstung begnügt, oder sich nicht doch lieber zur Anschaffung umfangreicherer Apparate entschliesst, die zweifellos ein klares Bild über die Gestaltung der Bodenschichten geben und vor allem die nötige Materialmenge für die Untersuchung des Tones in geeigneter Form zu Tage fördern. Bohrzeuge für etwa 50 m und mehr kommen für die Zwecke der Tonindustrie zu selten in Betracht und dürften die Anschaffungskosten etwa 1200 Mark betragen, so dass es sich schon mit Rücksicht auf die mit zunehmender Tiefe auch wachsende Schwierigkeit der Arbeit empfiehlt, von der eigenen Durchführung derselben abzusehen und einen erfahrenen Bohrunternehmer heranzuziehen.

Es möge nicht unerwähnt bleiben, dass zuweilen Bohrzeuge verwendet werden, die den nötigen Grundbedingungen nicht genügen und ein Verkennen des speziellen Zweckes verraten.

Über die Kosten des Abbohrens lässt sich allgemein sagen, dass dieselben sehr wechselnde sein können, je nach den Schwierigkeiten, die die Beschaffenheit der zu durchbohrenden Schichten der Arbeit entgegensetzt und dann auch je nach der zu erreichenden Tiefe, des ferneren je nach dem Enddurchmesser, den der Bohrkern haben soll. Mit Rücksicht auf fast immer unerwartet eintretende Schwierigkeiten ist es deshalb auch nicht leicht, beim Vergeben der Arbeit an einen Bohrunternehmer von vornherein beiderseits genügend klare Abmachungen zu treffen, und soll der Auftraggeber bei derartigen Vertrauensarbeiten es vermeiden, den anscheinend Billigsten zu wählen, der sich erbietet, nach einem bestimmten Schema, das vereinbart wird, die Arbeit durchzuführen. So erwünscht es auch sein mag, bestimmte Vereinbarungen vorher getroffen zu haben, so geht dies eben nicht immer bei Arbeiten, die im Laufe ihrer Durchführung öfters eine Änderung in der Disposition erfordern.

Man soll nicht vergessen, dass man häufig erst während der Arbeit diejenigen Unterlagen gewinnt, die ein sicheres Urteil er-

möglichen, wie das Abbohren zweckmässig fortzusetzen sei, und dass eine sofortige Prüfung der von Tag zu Tag erhaltenden Resultate nötig ist, um danach zu erwägen, was bei dem häufig sich ändernden Charakter der Tonlager durch Auftreten verschieden gearteter Schichten und durch wechselnde Mächtigkeit weiter zu tun sei.

Von dem Bohrunternehmer kann man nur verlangen, dass er in sachgemässer Weise den Auftrag ausführt, die gut erhaltenen Kerne der verschiedenen Schichten zu liefern, soweit sich überhaupt Kerne gewinnen lassen, nicht aber, dass er fortlaufend ein Urteil über den Wert eines Lagers für die hier in Frage kommenden besonderen Zwecke im Verfolg der Arbeit abzugeben imstande sei. Dazu sind die Verhältnisse der Ziegelei- und Tonwarenindustrie doch zu verwickelte und erfordern eine zu genaue Kenntnis der Betriebsverhältnisse, um für den jeweiligen Fall das Richtige zu treffen.

Wir haben schon bei Besprechung der im Laboratorium vorzunehmenden Tonuntersuchungen gesehen, dass auch diese Resultate durchaus nicht verallgemeinert werden dürfen; denn öfter ist ein weniger gutes Material zu den gleichen Zwecken mit mehr Nutzen zu verarbeiten, als ein bei weitem besseres an anderem Platze, wenn irgend welche lokalen Umstände dabei den Ausschlag geben, und ebenso ist es mit den Resultaten der Bohrung.

Genaue chemisch-technische Untersuchung der Tonproben, genaue Erwägung der lokalen Umstände für den jeweiligen Fall, genaue Erwägung der Lagerungsverhältnisse des Tones sind die drei Leitsätze, die, jeder für sich unendlich wichtig, ein untrennbares Ganzes bilden, dessen Gesamtbeurteilung zuletzt in einer sachverständigen Hand liegen muss.

Immerhin lassen sich bei Beginn der Bohrarbeit gewisse Abmachungen mit dem Unternehmer treffen, die sich vor allem darauf zu beziehen haben, dass nur ein Verfahren angewendet werden darf, das Sicherheit für die Erlangung guterhaltener Bohrkerne bietet, soweit dies überhaupt durchführbar ist, ferner dass die Kerne bei grösster Tiefe, die ev. in Betracht kommt, noch einen bestimmten Durchmesser haben müssen, damit eine für die Untersuchung genügende Menge Material gewonnen wird.

Diese erwünschten Durchmesser wurden bei Besprechung der Verrohrung und der Zusammenstellung von Bohrzeugen für verschiedene Tiefen angegeben.

Hat man diese allgemeinen Vorbedingungen festgesetzt, so kann man mit dem Unternehmer einen Preis pro laufenden Meter Bohrung verabreden, dessen Festsetzung aber die Hauptschwierigkeit bietet, weil dabei die zu erreichenden Tiefen und die zu erwartenden Störungen den Ausschlag geben müssen. Man soll Preislisten und Offerten, die einfach für ein Bohrloch von bestimmter Tiefe einen bestimmten Preis festlegen, sich aber im übrigen auf die vorbezeichneten Punkte nicht einlassen, als wertlos bei Seite legen, denn derartige Abmachungen sind zu unklar und es kommt dabei entweder der Auftraggeber oder der Unternehmer zu kurz.

Allgemein pflegen noch die Bedingungen gang und gäbe zu sein, dass der Auftraggeber den Transport der Bohrgeräte, sowie die Reisekosten der Mannschaften besonders zu tragen hat; Verluste an Bohrzeug und Brüche während der Arbeit sind aber Sache des Unternehmers.

Wir wollen zwei Tarife vergleichen, von denen der eine pro Bohrloch einen bestimmten Preis festsetzt, und zwar:

Ein	Bohrloch	von	10	Meter	15	Mark.
„	„	„	20	„	40	„
„	„	„	30	„	90	„
„	„	„	40	„	160	„
„	„	„	50	„	290	„
„	„	„	60	„	440	„
„	„	„	70	„	750	„
„	„	„	80	„	1275	„
„	„	„	90	„	1780	„
„	„	„	100	„	2720	„

Hierbei ist betreffs Art der Bohrung und Durchmesser des Kernes bei grösster Tiefe nichts gesagt.

Ein anderer Tarif giebt für Bohrungen im Diluvial- und Tertiärgebirge Zahlen, die recht gut durchdacht erscheinen, aber mit dem Vorbehalt aufgestellt sind, dass mit Wasserspülung gearbeitet werden darf, und der Enddurchmesser durch den Unternehmer zu bestimmen sei, Bedingungen, die teils als unzulässig, teils als ergänzungsbedürftig für unsere Interessen zu betrachten sind. Dieser Tarif besagt:

Wenn in einer Tagesschicht eine Leistung erreicht werden kann von Metern	So wird pro fallendes Meter der Bohrung berechnet in Mk.
durchschnittl. 30 m und mehr	1,55 M.
„ 29 „	1,59 „
„ 28 „	1,62 „
„ 27 „	1,65 „
„ 26 „	1,69 „
„ 25 „	1,73 „
„ 24 „	1,78 „
„ 23 „	1,83 „
„ 22 „	1,88 „
„ 21 „	1,94 „
„ 20 „	2,00 „
„ 19 „	2,07 „
„ 18 „	2,15 „
„ 17 „	2,24 „
„ 16 „	2,33 „
„ 15 „	2,45 „
„ 14 „	2,57 „
„ 13 „	2,72 „
„ 12 „	2,89 „
„ 11 „	3,09 „
„ 10 „	3,33 „
„ 9 „	3,63 „
„ 8 „	4,00 „
„ 7 „	4,48 „
„ 6 „	5,11 „
„ 5 „	6,00 „
„ 4 „	7,33 „
„ 3 „	9,56 „
„ 2 „	14,00 „
„ 1 „	27,33 „

Zu diesen Preisen tritt bei grösserer Tiefe als 20 m bis 50 m eine Erhöhung von 5% für je 10 m ein, bei 50 bis 100 m von 10% für je 10 m und bei 100 bis 150 m von 15% für je 10 m. Wir wollen diesen Tarif mit dem vorher erwähnten vergleichen, wo-

bei wir gleiches Bohrverfahren, gleiche Enddurchmesser und gleiche Kosten für Beförderung von Mannschaften und Geräten voraussetzen, die dabei aber nicht mit in Rechnung gezogen sind.

Nach Tarif I kostet ein Bohrloch von 10 m Tiefe 15 Mark, ein Preis, mit dem bei grossen täglichen Leistungen wohl auszukommen sein würde, nicht aber, wenn grosse Schwierigkeiten eintreten, die alle möglichen Vorsichtsmassregeln und dabei ein sehr langsames Vorschreiten der Arbeit bedingen.

Man wird also annehmen können, dass der Unternehmer bei diesem Preis noch bestimmte Vorbehalte machen muss.

Nach Tarif II kostet ein Bohrloch von 10 m Tiefe bei einer Leistung von nur 5 m täglich $2 \times 6 \times 5 = 60$ Mark; bei 10 m täglich $10 \times 3{,}3 = 33$ Mark; bei einer täglichen Leistung von 2×10 m mit demselben Bohrzeug und denselben Mannschaften aber nur 20 Mark, und bei der besonders hohen und wohl auch seltenen Leistung von 3×10 m nur 15,5 Mark.

Ein Bohrloch von 20 m Tiefe kostet nach Tarif I, wohl unter gleichen Gesichtspunkten, wie oben, 40 Mark.

Nach Tarif II kostet ein Bohrloch von 20 m Tiefe bei einer Leistung von nur 5 m täglich $4 \times 5 \times 6 = 120$ Mark; bei 10 m täglich $2 \times 10 \times 3{,}3 = 66{,}6$ Mark; bei einer täglichen Leistung von 20 m kostet es $20 \times 2 = 40$ Mark; unter besonders günstigen Umständen, d. h. bei einer täglichen Leistung von 30 m insgesamt betragen die Kosten $\frac{2}{3} \times 30 \times 1{,}55 = 31$ Mark.

Nach Tarif I kostet ein Bohrloch von 30 m Tiefe 90 Mark. Nach Tarif II bei einer täglichen Leistung von nur 5 m:

$$6 \times 5 \times 6 + 5\,\% = 189 \text{ Mark},$$

bei 10 m pro Schicht:

$$3 \times 10 \times 3{,}3 + 5\,\% = 104{,}9 \text{ Mark},$$

bei 15 m pro Schicht:

$$2 \times 15 \times 2{,}45 + 5\,\% = 77{,}20 \text{ Mark},$$

bei 20 m pro Schicht:

$$\frac{3}{2} \times 20 \times 2 + 5\,\% = 63 \text{ Mark}.$$

Ziehen wir denselben Vergleich für 50 m Tiefe. Nach Tarif I sind die Kosten für ein solches Bohrloch = 290 Mark. Nach Tarif II bei 5 m täglicher Leistung:

$$10 \times 5 \times 6 + 15\,\% = 345 \text{ Mark},$$

bei 10 m täglicher Leistung:

$$5 \times 10 \times 3{,}3 + 15\,\% = 191{,}50 \text{ Mark},$$

bei 16,7 m täglicher Leistung:

$$3 \times 16{,}7 \times 2{,}24 + 15\,\% = 128{,}80 \text{ Mark,}$$

bei 25 m täglicher Leistung:

$$2 \times 25 \times 1{,}73 + 15\,\% = 99{,}50 \text{ Mark.}$$

Wir wollen als Beispiel noch die Kosten für die kaum bei Tonlagern vorkommende Tiefe von 100 m berechnen:

Nach Tarif I kostet ein solches Bohrloch 2720 Mark. Nach Tarif II bei 5 m täglicher Leistung:

$$20 \times 5 \times 6 + 80\,\% = 1080 \text{ Mark,}$$

bei 10 m täglicher Leistung:

$$10 \times 10 \times 3{,}3 + 80\,\% = 599{,}40 \text{ Mark,}$$

bei 20 m täglicher Leistung:

$$5 \times 20 \times 2 + 80\,\% = 360 \text{ Mark.}$$

Wenn auch die Leistungen von 20—30 m in einer Schicht zu den seltenen gehören dürften, so geben uns doch die vorstehenden Vergleichszahlen für geringere Leistungen ein interessantes Bild bezüglich der Berechnungsweise der beiden Tarife.

Im I. Tarif muss bei geringen täglichen Leistungen und geringer Gesamttiefe der Unternehmer zweifellos zu kurz kommen, während bei grösseren Tiefen dieser Tarif mit unverhältnismässig hohen Zahlen rechnet.

Man kann deshalb das, was schon vorher gesagt wurde, nur nochmals bestätigt finden, dass man derartige schematische Pauschalabmachungen am besten nicht benutzt, sondern sich an Vereinbarungen hält, die den Vorteil leichter Bohrung beiden Teilen zukommen lassen, aber auch die Schwierigkeiten, die ev. eintreten können, entsprechend verteilen.

Die beim Bohren gewonnenen Kerne sind sorgfältig für die spätere Untersuchung aufzubewahren und übersichtlich zusammenzustellen, entsprechend dem Verlauf der Schichten im Lager. Um eine Verunreinigung mit Erde oder Sand aus der Umgebung des Bohrloches zu verhindern, soll man die feuchten Tonkerne oder auch den Sand, wenn er dem Bohrer oder der Schlammbüchse entnommen wird, nicht auf den Boden legen oder schütten, sondern auf eine saubere, am besten aus Holzdeckeln bestehende Unterlage bringen. Bei den tonigen Kernen empfiehlt es sich, sofort in dieselben die laufende Nummer des Bohrloches als auch des Kernes einzugraben, also etwa bei Bohrloch III, wenn der fünfte Kern geholt ist, III/5 und müssen mit diesen Zahlen die sofort in die Bohr-

tabelle einzutragenden Notizen in entsprechendem Zusammenhang stehen und ausserdem eine kurze Charakteristik der jeweiligen Schicht, wie z. B. fetter, blauer Ton, — gelber, sandiger Lehm, — Sand mit Kohle u. s. w. enthalten.

Die Bohrtabellen sind von den die Aufsicht führenden, geschulten Vorarbeitern, in schwierigen Fällen von dem Bohrmeister auszufüllen, der mit seiner Unterschrift für die richtige und sachgemässe Eintragung der Resultate haftet.

Eine bequeme Art der Aufbewahrung solcher Bohrkerne, die ausserdem den Vorteil grosser Übersichtlichkeit hat und das Zerstreuen lockerer, sandiger Schichten, die zuweilen nur in ganz geringer Mächtigkeit zwischen den Tonen auftreten, verhindert, ist folgende: Man nagelt zwei schmale glatte Bretter von etwa 10—12 cm Breite unter 90°, also Dach- oder Rinnenförmig, zusammen, wobei man der so geschaffenen Holzrinne durch einige kräftige Bandeisenwinkel, die man aussen befestigt, genügenden Halt zu geben vermag. In diese Rinne oder Rinnen, die man je nach der Tiefe des Bohrloches durch Aneinanderlegen verschiedener Stücke verlängert, bringt man nun die Bohrkerne in dem Masse ein, wie man sie zu Tage fördert und hat so alsbald nach Fertigstellung des Bohrloches ein recht klares Bild über den Verlauf des ganzen Lagers an dieser Stelle. Aus den Rinnen entnimmt man dann die Proben, um sie, mit genauen Bezeichnungen versehen, in starkes sauberes Papier einzuschlagen und zur weiteren Untersuchung zu geben.

Das Schema einer Bohrtabelle möge hier noch folgen; dasselbe ist ausführlicher, als für gewöhnlich nötig.

Name bezl. Firma des Bohrunternehmers: A. Schmidt, X-stadt.

Bohrloch No. 14 zu A-dorf.
Auf dem Grundstück des Herrn Müller.
Angefangen den 22./1. Fertig den 25./1.

Bohrregister ....
Band ....
No. ....

Länge des Bohrgestänges		Erreichte Bohrteufe	Probe No.	Erbohrte Gebirgsschichten		
im Ganzen	über der Erde			von m	bis m	
			1	0,0	0,2	Mutterboden
			2	0,2	1,8	gelber, scharfer, lehmhaltiger Sand mit Steinen
			3	1,8	6,5	gelber, scharfer Sand
			4	6,5	8,1	grauer Kies
			5	8,1	8,5	schwarzer Letten mit Steinen
			6	8,5	9,1	grauer, fester Kaolin
			7	9,1	17,0	weisser Kaolin
			8	17,0	19,0	grauer, magerer Kaolin
			9	19,0	21,9	grauer, magerer, fester Kaolin

Wasserstand unter Terrain 1,10 m

Verrohrung: I. Tour .... mm Durchm. .... m tief
II. „ .... „ „ .... „ „
III. „ .... „ „ .... „ „
IV. „ .... „ „ .... „ „

Unterschrift des verantwortlichen Bohrmeisters:

Meyer.

Bei der eingehenden Würdigung, die dem Abbohren von Tonlagern in dem Vorstehenden zu teil geworden ist, war das Bestreben, zu zeigen, dass unter allen Umständen ein sachgemässes Bohren zum Ziele führen muss, und dass es eine irrige Auffassung ist, wenn man glaubt, dass auf diese Weise sichere Anhaltspunkte nicht gewonnen werden könnten, und dass dies nur durch Anlegen von Schächten oder Schürflöchern zu erreichen sei.

Es wurde schon darauf hingewiesen, dass Schächte oder Schürflöcher in einzelnen Fällen recht gute Dienste zu leisten vermögen, wenn es sich darum handelt, grössere Mengen des Probematerials aus verschiedenen Schichten zu Tage zu fördern, und wenn man in der Lage ist, unter Zuhilfenahme bestehender Einrichtungen grössere Versuche durchzuführen, die das Herstellen normaler Probefabrikate bezwecken. Es wurde aber auch schon darauf hingewiesen, dass dieser Weg der Untersuchung eines Tonlagers bei grosser Mächtigkeit desselben und bei starkem Wechsel häufig mit hohen Kosten und mit so grossen Schwierigkeiten verbunden sein kann, dass man durchaus keine Veranlassung hat, von dem sicheren, und es sei wiederholt gesagt, bei weitem genügenden Verfahren des Abbohrens abzusehen.

Es mögen diesen allgemeinen Erläuterungen noch einige Belege für den hier vertretenen Standpunkt folgen. Wir wollen dabei auf die schon früher für die Kosten verschiedener Bohrlöcher gegebenen Anhaltspunkte nach Tarif II zurückgreifen, wobei nochmals zu erwähnen ist, dass sich diese Kosten um ein geringes dadurch erhöhen, dass der Auftraggeber die Beförderung der Mannschaft und der Geräte zu tragen hat und ausserdem für Nichtanwendung der Wasserspülung, die ja indessen nur bei wenig fetten Schichten von grossem Nutzen ist, voraussichtlich einen etwas höheren Grundpreis zu zahlen haben wird.

Es sollen zum Vergleich diejenigen Angaben über Schürflöcher herangezogen werden, die in einer, in Fachkreisen viel verbreiteten Broschüre zu finden sind.*)

Es wird in dieser Broschüre folgendes über Schürflöcher ausgeführt:

> „Zu dem Zweck werden zuerst Schürflöcher von etwa 1 m Länge und 1 m Breite aufgeworfen. Für jeden Meter Tiefe der Grube vergrössert man die Länge derselben um

*) Tonindustrie-Kalender 1903.

je 0,5 m bezw. 1 m, damit das Aufwerfen der Grube strossen- oder stufenförmig erfolgen kann. Die Stufen werden etwa 1 m hoch und 0,5 m bezw. 1 m breit gehalten, je nachdem die Strosse nur zum Aufstehen oder auch zur Aufnahme von Material aus grösseren Tiefen dienen soll, um dieses auf eine höhere Strosse zu werfen. Da mit der Schippe der Ton gut 2 m hoch geworfen werden kann, so genügt es, wenn alle 2 m eine 1 m lange Strosse angelegt wird. Man sucht die Grube so tief aufzuwerfen, wie der Ton ansteht oder der Boden und das Grundwasser es zulässt. An der glatten Grubenwand lässt sich erkennen, ob und in welcher Stärke verschiedene Tonschichten vorhanden sind. Dieselben unterscheiden sich gewöhnlich durch die Färbung oder durch den wechselnden Gehalt an Sand oder Gesteintrümmern. Häufig werden die Tonschichten durch Sand- oder Kiesablagerungen direkt voneinander getrennt. Wenn der Boden nicht feststeht und ein Zusammenstürzen der Grubenwände zu befürchten ist, so müssen die Wände durch Bretter und Pfähle sogfältig abgesteift werden.“

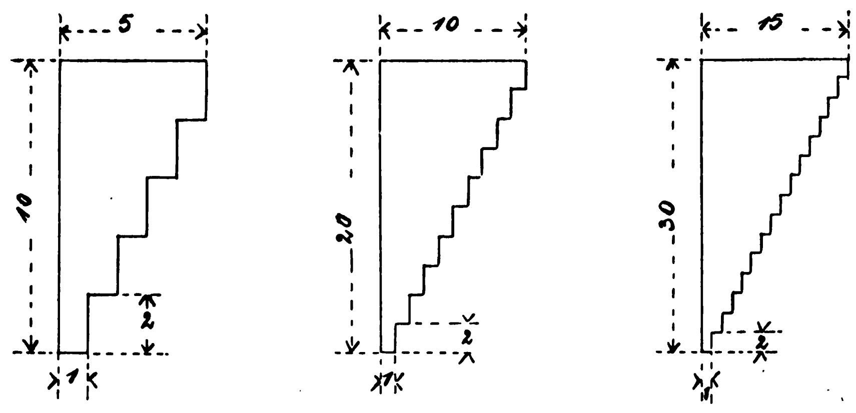


Fig. 36—38. Masse in Metern.

Wenn wir uns dieses Verfahren bildlich etwas weiter erläutern, so würde ein derartiges Schürfloch bei einer Tiefe von 10 m, die ja durchaus nichts ungewöhnliches bietet, sich etwa wie durch Fig. 36 dargestellt, ausnehmen, bei einer Tiefe von 20 m, die auch noch sehr häufig erreicht zu werden pflegt, wie Fig. 37, bei einer Tiefe von 30 m wie Fig. 38.

Es ist schwer, sich der Auffassung anzuschliessen, dass derartige Schürflöcher wirklich ein zweckentsprechendes Hilfsmittel sind, um die Lagerungsverhältnisse eines Tones festzustellen, denn abgesehen von den vorhin schon geäusserten Bedenken gegen das Schürfen und Anlegen von Schächten tritt hier noch das weitere Bedenken in den Vordergrund, dass das beschriebene Verfahren überhaupt versagt. Die nach oben zu bewegende Masse würde bereits bei einer Tiefe von 10 m nach den gegebenen Beschreibungen 30 cbm, bei einer oberen Länge des Schürfloches von 5,0 m und einer Breite desselben von nur 1 m betragen; bei einer Tiefe von 20 m 110 cbm bei einer oberen Länge des Schürfloches von 10,0 m; bei einer Tiefe von 30 m 486 cbm bei einer oberen Länge des Schürfloches von 15,0 m. Dass man bei dem grossen Querschnitt, den die Schürflöcher oben trotz der geringen Breite von nur 1 m erreichen, nicht in der angegebenen Weise verfahren darf, dass man zunächst bei 1 qm Querschnitt des Schürfloches beginnt, sondern eigentlich die Tiefe kennen müsste, um danach gleich die Maximallänge des Schürfloches an der Oberfläche berechnen zu können, ist ja selbstverständlich, weil sonst die Arbeit ein vollständiges Durcheinander verschiedener Teile aus allen möglichen Schichten mit sich bringen müsste. Die Tiefe aber kennen wir nicht, wir wollen sie erst suchen und daraus ergiebt sich schon teilweise die praktische Unmöglichkeit, in der beschriebenen Weise vorzugehen. Wenn ferner das Material nach den gegebenen Vorschlägen von Strosse zu Strosse bei einer Wurfhöhe von 2 m befördert werden soll, also bei 10 m fünf Stationen, bei 20 m zehn Stationen, bei 30 m fünfzehn Stationen passieren müsste, so würden die Beförderungskosten auf diese Weise so unendlich hohe und die Arbeit eine so unübersichtliche, dass von einem derartigen Verfahren abgeraten werden muss. Man kann doch derartig angelegte Schürflöcher, selbst wenn man sie umzäunt, nicht stehen lassen. Den Boden wieder zu verstürzen, ist bei der nach der Beschreibung eigenartigen Arbeitsweise auch so gut wie ausgeschlossen, wenn man nicht die grösste Unregelmässigkeit im Lager hervorrufen will. Es mag vielleicht dies Verfahren bei Tiefen von wenigen Metern, etwa drei, vier, fünf und etwas mehr noch einigermassen durchführbar sein, aber bei grösseren Tiefen erweist es sich, wie gesagt, als unbrauchbar.

Wenn man bedenkt, dass das Anlegen von Schächten, welche zum unterirdischen Abbau eines Rohmaterials, sei es Kohle, sei es

Erz, dienen sollen, oft zu den schwierigsten Aufgaben gehört, die die Technik mit zu lösen hat, so dürfte daraus wohl schon hervorgehen, dass wir auch bei Schächten, soweit sie zur Untersuchung von Tonlagern in Betracht kommen, von vornherein sorgfältig zu erwägen haben, mit welchen Umständen dabei nötigenfalls gerechnet werden muss.

Wenn auch in den meisten Fällen die Verhältnisse bei Tonlagern ziemlich einfach sein werden und diejenigen Erscheinungen seltener aufzutreten pflegen, mit denen der Bergmann bei Gewinnung der Kohle vor allem zu rechnen hat, und die bisweilen seine bisherigen Arbeiten plötzlich zu nichte machen können, so ist es doch nicht ausgeschlossen, dass man hier und da auf gleiche oder ähnliche Einwirkungen zu rechnen hat.

Es sind die einbrechenden Wässer und Schwimmsand, deren Auftreten zu so grossen Schwierigkeiten und Gefahren nicht nur für das Anlegen von Schächten, sondern auch für den Abbau des Tones überhaupt führen kann, dass diesen beiden Erscheinungen die grösste Aufmerksamkeit, auch in den einfacheren Verhältnissen der Tonindustrie, gewidmet werden muss.

Die Natur der auftretenden Grubenwässer kann eine sehr wechselnde sein. Teilweise sind es geringe Wassermengen, die sich auf der Oberfläche durch Niederschläge gesammelt haben und an dem tiefsten Punkte, der vorhanden ist, oder der künstlich, wie durch Schächte oder Gruben geschaffen wird, zusammenzufliessen suchen, soweit ihnen nicht ein natürlicher Abfluss nach anderer Richtung geboten wird, und wenn dem weiteren Eindringen in die Tiefe ein Widerstand durch undurchlässige Schichten, wie sie Lehm- oder Tonlager bilden, entgegentritt.

Diese Art Wässer sind besonders, wenn sie oberhalb des Tones auftreten, meist wenig gefährlich und verhältnismässig leicht durch Pumpen wieder zu entfernen, deren Unterhaltung beim normalen Grubenbetrieb auch meistens mit erträglichen Kosten verbunden zu sein pflegt. Es können aber auch Fälle eintreten, dass sich über dem Tonlager starke Schichten von sandigem oder kiesigem Charakter befinden, die bei einer grossen Ausdehnung ein ebenso grosses Reservoir für Sammelwässer bilden und dadurch den Zufluss in einem Masse verstärken, dass er doch zu Bedenken Veranlassung geben kann, besonders aber, wenn diese Schichten mit irgend einem regelmässigen unterirdischen Wasserzufluss in

Verbindung stehen, wie vielleicht mit einer Quelle, die man nicht bemerkt oder gar mit dem Bett eines vorüberfliessenden Baches oder Flusses. Dann kann unter Umständen der Abbau eines Tonlagers überhaupt unmöglich gemacht werden; denn würde man annehmen, dass die auf dem Flussbett liegende kiesige oder sandige Schicht sich in gleicher Höhe in der Richtung nach dem vom Fluss oder Bach nicht allzuweit liegenden Tonlager fortsetzt, so würde das Flussbett und der anzulegende Schacht bezl. die anzulegende Grube den Charakter kommunizierender Röhren annehmen, in denen die Flüssigkeitssäule gleich hoch steht. Man würde also beim Ausgraben eines Schachtes oder einer Grubee in der Höhe des Wasserspiegels im Fluss ebenfalls Grundwasser erreichen und alle Versuche, dieses durch Auspumpen zu entfernen, würden vergeblich sein.

Günstiger liegen schon die Verhältnisse, wenn das unter dem Flussbett sich fortsetzende Sand- oder Kieslager von da nach der anzulegenden Tongrube erheblich ansteigt, selbst wenn dann um den Ort, wo der Ton gefördert werden soll, sich Kies und Sand erheblich ausdehnen und dadurch immer noch die Gefahr des Zusammenlaufens der in dieser Schicht angesammelten Quell- oder Tagewässer in der Grube vorhanden ist. Man kann in solchen Fällen durch geeignet angelegte Sammelgräben das Wasser nach dem tieferen Flussbett ableiten, ohne auf anormale Kosten zu kommen.

Schlimm ist es, wenn der Ton muldenförmig gelagert ist und infolgedessen ein Ableiten nach einer tieferen Stelle mit Schwierigkeiten verbunden ist.

Es würde zu weit führen, auf alle die Möglichkeiten, die das Auftreten von Wasser mit sich bringen kann, hier einzugehen, weil die Wasserhaltung in der Fortsetzung dieses Buches unter möglichster Bezugnahme auf die hier zu gebenden praktischen Beispiele eine eingehendere fachmännische Würdigung finden soll.

Es mag indessen noch kurz eine andere Möglichkeit angedeutet werden, das ist das Auftreten von wasserführenden Schichten unter dem Ton oder zwischen dem Ton. Trifft man mit einem Schacht auf eine derartige wasserführende Schicht zwischen Tonen und vielleicht an einer Stelle, die verhältnismässig tief oder gar am tiefsten im Lager liegt und besteht diese Schicht noch dazu aus feinem Sand, so wird nach dem Durchbrechen der oberen Tondecke das Wasser das Bestreben haben, unter dem Druck der überlastenden Bodenschichten durch die geschaffene Öffnung herauszudrängen und

gleichzeitig den feinen Sand, Schwimmsand oder Triebsand, wie ihn der Bergmann nennt, in anscheinend nie versiegenden Mengen durch die Öffnung herauszupressen suchen.

Die Schwierigkeiten, welche das Auftreten von Grubenwasser und Schwimmsand bereiten können, mussten trotz der für später vorgesehenen eingehenderen Behandlung dieser Punkte hier gestreift werden, um damit gleichzeitig auf einige Möglichkeiten verweisen zu können, die das Anlegen von Schächten zur Untersuchung von Tonlagern als undurchführbar erscheinen lassen.

Sind die Tonschichten nicht zu feucht und in gleichmässiger Lagerung vorhanden und die Lagerungsverhältnisse im übrigen günstig, so kann es mit einfachen Mitteln sehr leicht durchführbar sein, Schächte im Lager anzulegen. Es wird dann eine Grube mit vertikalen Wänden und rechteckigem Querschnitt gegraben, und zwar von Abmessungen, die es dem in der Grube stehenden Arbeiter bequem ermöglichen, den Boden mit der Hacke zu lösen bezl. den gelockerten oder auch gegrabenen Boden mit der Schippe herauszuwerfen, was indessen nur bis zu einer Tiefe von 2 m gut durchführbar ist. Bei grösserer Tiefe wird das gelockerte Material in einen Holzeimer gefüllt, der an einem Hanfseil hängt und durch eine gewöhnliche Handwinde, die über dem Schacht aufgestellt wird, nach oben befördert.

Die Tiefe des Schachtes richtet sich dabei vollständig nach den Bedürfnissen des jeweiligen Falles und ist für nicht zu grosse Tiefen in keiner Weise beschränkt, so lange nicht irgendwelche Schwierigkeiten auftreten, die von Grundwässern oder Schwimmsand oder durch zu lockeren Boden herrühren, sodass ein Zusammenstürzen der Wandungen nur durch sorgfältige Versteifung oder garnicht mehr zn verhindern sein würde, und man die Arbeit wegen zu grosser Kosten oder wegen zu grosser Gefahren unterbrechen muss.

Steht der Ton fest und hat nicht die Eigenschaft, durch den Druck der darüberliegenden Decke, da, wo sich ihm Raum und Gelegenheit dazu bietet, aus den Schichten herauszutreten, so ist eine Versteifung häufig garnicht nötig oder nur in den obersten Partieen des Schachtes, um ein Nachstürzen der Ränder zu verhindern. Unter solchen Verhältnissen werden die Kosten derartiger Schächte, wenn man mit einem Querschnitt von rund 2 qm, also etwa einer Länge von 1,50 m und einer Breite von 1,25—1,35 m rechnet, nicht allzu hohe und zu billigen sein, wenn es sich darum handelt, in einem sehr gleichmässig verlaufenden Lager die Schächte in grosser

Entfernung von einander anlegen zu können, und wenn auch die Möglichkeit gegeben ist, mit den so geförderten Tonmengen entsprechend bemessene praktische Versuche durchzuführen.

Wenn wir auf die früher gegebenen Kostenberechnungen für Bohrlöcher verschiedener Tiefe zurückgreifen, so erinnern wir uns, dass die Kosten für ein Bohrloch von 20 m Tiefe zwischen annähernd 50 Mk. und 100 Mk. zu schwanken vermochten, je nach den günstigen oder ungünstigen Umständen, die die Gestaltung der Lagerungsverhältnisse mit sich brachte, oder wenn man eine Durchschnittsleistung von nur 10 m täglich zu Grunde legt, etwa 75 Mark betragen werden, wobei aber alle Nebenkosten eingerechnet sein dürften.

Einen Schacht von 20 m Tiefe wird man auch unter den günstigsten Verhältnissen nicht für diesen Preis herstellen können, denn die Beförderungsweise für das Material ist mit zunehmender Tiefe eine immer langsamer werdende, sodass dadurch die Kosten schnell steigen, besonders aber, wenn man noch mit einer Versteifung der Schachtwände und der Unterhaltung von Pumpen zu rechnen hat.

Ferner kommt hierzu auch noch das wiederholte Bewegen der Masse von rund 40 cbm, die wieder in den Schacht verstürzt werden müssen, sodass man wohl kaum fehlgeht, wenn man die Kosten eines derartigen Schachtes mit dem Mehrfachen eines Bohrloches von gleicher Tiefe annimmt, ohne dabei an besondere Schwierigkeiten zu denken.

Treten indessen beim Anlegen der Schächte durch ungünstige Wasserverhältnisse und ungünstige Bodenverhältnisse Umstände ein, die ein Versteifen der Schachtwände nötig machen, um ein Einstürzen derselben zu verhindern, und die ausserdem einen regelmässigen Pumpenbetrieb verlangen, so können die Kosten für die Schächte so rapid steigen, dass ein Vergleich mit den Kosten des Abbohrens überhaupt nicht mehr am Platze erscheint.

Hierbei muss nochmals darauf hingewiesen werden, dass das Anlegen von Schächten ausserdem nur dann vorgenommen werden soll, wenn wirklich der Verlauf des Tonlagers ein so gleichmässiger ist, dass die Schächte in möglichst grosser Entfernung von einander liegen können, denn bei starkem Wechsel in der Mächtigkeit und dem Charakter der Tonschichten drückt sich sonst das Verfahren in Zahlen aus, die eben überhaupt nicht mehr in praktisch zulässigen Grenzen liegen.

VI. Kapitel.

Beschreibung eines Kaolinenlagers.

Auf einem ländlichen Grundstück war schon seit Jahren unter der Humusschicht eine starke Decke eines kurzen, sandigen Lehmes gefunden worden, der nach Aussage von Ziegeleiverständigen sich recht gut für die Herstellung von Mauersteinen eignen sollte. Es war in der Gegend ein regelmässiger und guter Absatz an diesen Fabrikaten zu erhoffen, da die Mauersteine aus ziemlich beträchtlicher Entfernung durch Fuhrwerk bezogen werden mussten, und so wurde von dem Besitzer der Gedanke erwogen, eine kleine Ziegelei unter bescheidensten Verhältnissen zu errichten.

Bei den vorbereitenden Arbeiten zur Aufstellung eines Tonschneiders mit Pferdebetrieb in einem grossen geräumigen Schuppen und zur Beschaffung der für die Fabrikation nötigen Wassermenge wurde beim Graben eines Brunnens die interessante Bemerkung gemacht, dass das lehmige Material später in ein fetteres Material von grauem Aussehen überging, das, nur in schwacher Decke vorhanden, ein weisses fettes Material von grosser Mächtigkeit zu überlagern schien.

Es wurden sofort von diesem weissen Material reichliche Proben entnommen und an ein fachmännisches Laboratorium zur Untersuchung eingeschickt, die ein wider Erwarten glänzendes Resultat zeitigte, denn das Resumé des Gutachtens lautete: Dass die Probe Kaolin- oder Porzellanerde, denn um solche handelte es sich, von den besten bekannten Koalinen nur dadurch zu unterscheiden sei, dass sie im fein geschlämmten Zustande etwas mehr Sand enthalte als jene und etwas weniger feuerfest sei, dass aber das Material für die Verwendung in der Porzellan-, Steingut- und Papierfabrikation als hervorragend geeignet bezeichnet werden müsse, sowie auch in weniger fein oder nicht vorbereitetem Zustande für die Fabrikation feuerfester Produkte.

Bei dieser Beschaffenheit der Probe, die das gefundene Material als nahezu unabhängig von irgendwelchen Rücksichten betreffend Beförderung desselben nach dem Absatzgebiet und gegenüber einer bereits vorhandenen grossen Produktion etwaiger anderer Werke erscheinen liess, war es ja selbstverständlich, dass nach kurzer

Prüfung der schon früher als notwendig bezeichneten Vorbedingungen und bei günstigem Verlauf dieser Prüfung, zu einer genauen Untersuchung des Lagers durch Abbohren geschritten werden konnte, da der schon erwähnte Brunnen Hinweise auf eine anscheinend bedeutende Mächtigkeit des Lagers gegeben hatte.

Die hier in Frage kommenden Grundstücke, von denen die Parzellen 216 und 217 die Hauptfläche bilden, sind so gelegen, dass sich westlich bezüglich südwestlich die Parzellen 218 und 219 anschliessen, während nach Süden die Parzelle 220 die Verlängerung bis zur Strasse von Bdorf nach Adorf bildet.

Es ist dies letztere besonders von Interesse, weil dadurch der Zugang zu dieser Strasse in bequemer Weise gesichert ist, falls durch den Umstand, dass die Parzelle 160 (fremdes Grundstück), welche, die Parzelle 220 westlich begrenzend, sich zwischen die Parzelle 219 und die vorerwähnte Strasse schiebt, irgendwelche Schwierigkeiten entstehen könnten.

Es musste von Anfang an berücksichtigt werden, dass es ausserordentlich wichtig war, sich zunächst das Vorkaufsrecht auf die Parzelle 160 alsbald notariell zu sichern, aus Gründen, die später weiter zu erörtern sein werden.

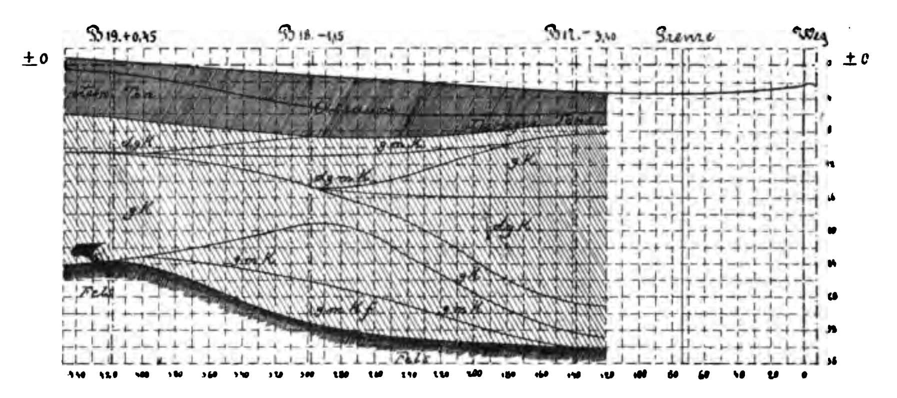
Nach Osten stossen an die Parzellen 220 bezl. 217 und 216 die fremden Parzellen 47, 50, 51, 56, 57, 62 und 63, verschiedenen Besitzern gehörig, in der genannten Reihenfolge von Süden nach Norden nebeneinanderliegend und finden diese sieben eben genannten Grundstücke ihre Grenze durch einen Feldweg, welcher die Strasse Bdorf—Adorf mit der Parzelle 64 verbindet.

Nördlich findet das Grundstück 216 seine Verlängerung in den Parzellen 65 und 66, deren Erwerb eventuell ebenfalls nicht ohne Interesse erscheint, wenn auch bei weitem nicht so wichtig, wie der Erwerb der Parzelle 160 es werden kann.

Die Grundstücke 216 und 217 umfassen einen Flächenraum von 7,50 ha = 75000 qm, die südlich anstossende Parzelle 220, die südwestlich anstossende Parzelle 219 und die rein westlich anstossende grosse Parzelle 218 zusammen einen solchen von ca. 2,5 ha = 25000 qm, von denen ca. 3000 qm auf die südliche Parzelle 220 kommen.

Es wurden die genannten Grundstücke 216, 217, 218, 219 und 220 in sorgfältiger Weise abgebohrt und ergab sich dabei folgendes Resultat (Vergleiche den angehefteten Plan und die Schnitte durch das Lager 1, 2, 3, 4, A, B und C.

Der Schnitt No. 1 verbindet die Bohrlöcher 19, 18 und 17, welche sich über die ganze Länge der Ostgrenze der Parzellen 216/217 verteilen.



Es geht aus diesem Schnitt hervor, dass unter einer Abraumdecke von etwa 4—$7^1/_2$ m der Koalin in einer Mächtigkeit von etwa 16—27 m ansteht, aber eigentümlicher Weise nicht in der gesuchten weissen Qualität, sondern als grauer Kaolin, wie er sich in schwacher Decke schon beim ersten Fund über dem weissen Kaolin gezeigt hatte. Es mögen diejenigen Bezeichnungen hier angeführt werden, wie sie der Bohrmeister in seiner Tabelle eingetragen hatte und wie sie abgekürzt auch in den Schnitten durch das Lager eingetragen sind und die dem entsprachen, was sich ihm durch den äusseren Augenschein darbot. Diese Bezeichnungen lauten:

1. grauer Kaolin . . . . g K
2. dunkelgrauer Kaolin . . . . . d g K
3. grauer, magerer Kaolin . . . g m K
4. dunkelgrauer, magerer Kaolin . . d g m K
5. grauer, magerer, fester Kaolin . g m K f.

Von diesen fünf Sorten scheinen die mageren und festen die weniger wertvollen zu sein, da sie Quarz in erheblich grösserer Menge enthalten dürften als die Sorten g K und d g K, welche aber die Hauptablagerung in diesem Schnitt bilden und, was noch wichtiger ist, vor allem in den oberen Partieen auftreten.

6. weisser Kaolin . . . . w K
7. grau-bläulicher Kaolin . . . . . g b K

wurden an der Ostgrenze 216/217 nicht angetroffen.

Die in diesem Schnitt vorkommenden Tonablagerungen sind in Schichten von 5,5—1,3 m Stärke entsprechend den Bohrlöchern 19, 18, 17 direkt über dem Kaolin gelagert.

Da indessen der Ton durchweg mit Steinen versetzt war, musste es fraglich sein, ob man es hier mit einem besseren plastischen eventuell genügend feuerfestem Material zu tun hatte. Auf jeden Fall war es nötig, denselben einer näheren Prüfung zu unterwerfen, welche sich vor allem auf Reinheit, Plastizität und Feuerfestigkeit zu erstrecken hatte.

Es sei hier noch bemerkt, dass auf der Parzelle 57 etwa 135 m von der Ostgrenze 216/217 sich ein einzelnes Bohrloch, No. 9, befindet, welches etwa 25 m von dem Feldweg abliegt.

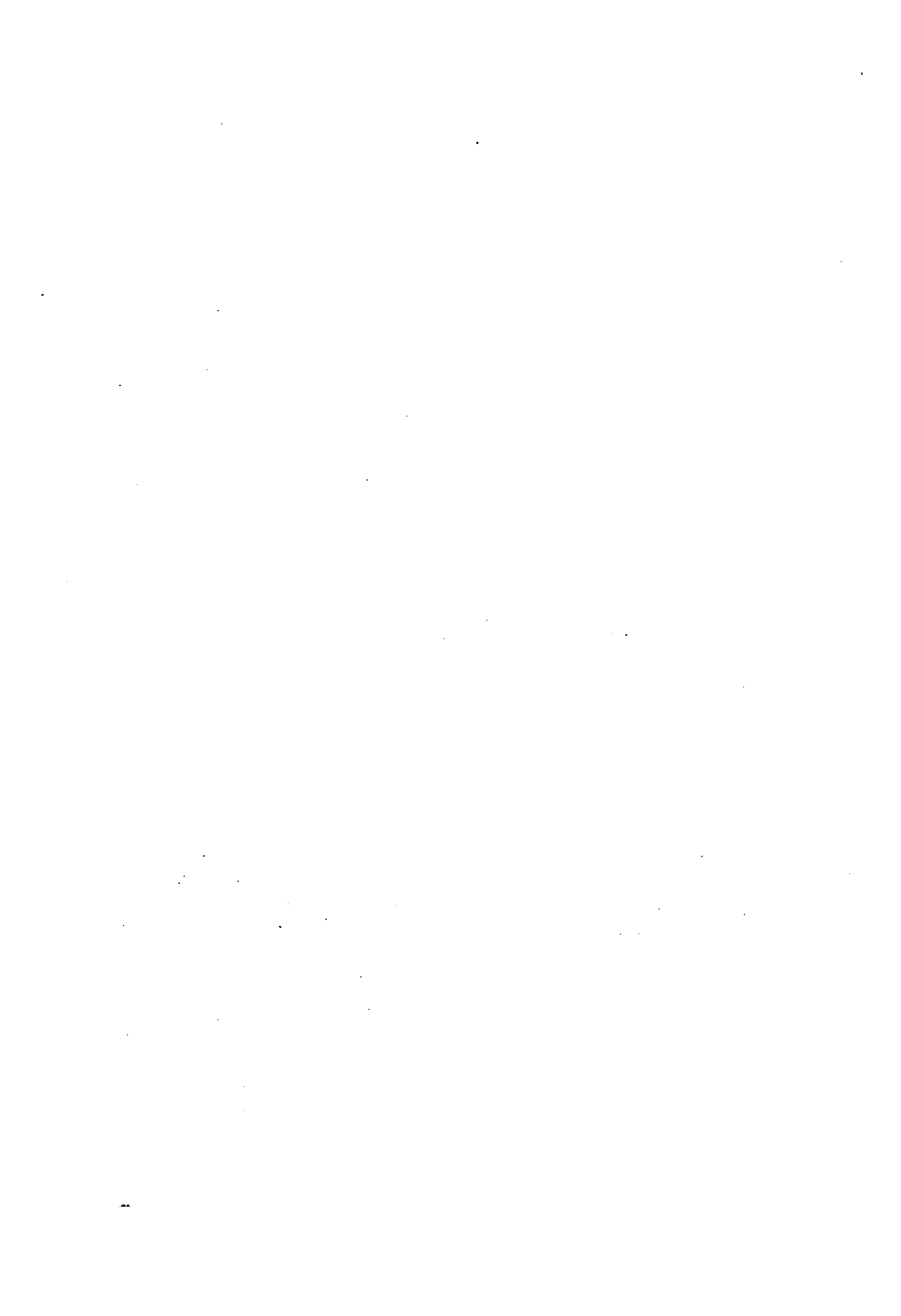
Dieses Bohrloch ergiebt zunächst das Resultat, dass weisser Kaolin auch an dieser Stelle nicht gefunden wurde, so dass man mit Recht annehmen kann, dass derselbe überhaupt jenseits der Ostgrenze 216/217 nicht mehr auftritt, während die reineren Kaolinablagerungen (g K und d g K) noch in einer Stärke von 15,5 m gefunden wurden, allerdings unter einer Decke von 14,5 m, welche direkt über dem Kaolin liegend (4—14,5 m) eine 10,5 m starke Schicht von toniger, mit Kohle und organischer Substanz durchsetzte aber steinfreier Ablagerung aufweist.

Es ist nicht ohne Interesse, zu prüfen, ob sich östlich von den Grundstücken 216/217 Tonlager von solcher Reinheit und Feuerfestigkeit zeigen, dass deren Verwendbarkeit als Bindeton für die Fabrikation feuerfester Produkte ins Auge gefasst werden kann.

Zu diesem Zweck empfiehlt es sich, auch das Vorkaufsrecht für die schon vorhin genannten Parzellen 47, 50, 51, 56, 57, 62 und 63 notariell so zu sichern, dass ein späteres Abbohren und Prüfen der erbohrten Proben in Musse durchgeführt werden kann.

Der Schnitt No. 2 verbindet die Bohrlöcher 19, 5, 12 und 8 und durchschneidet die Grundstücke 216/217, in der nordöstlichen Ecke des ersteren beginnend und auf der Parzelle 220, etwa 35 m von der Strasse B-dorf—A-dorf endigend.

Da bei Bohrloch 19, 18 und 17, ferner auch bei Bohrloch 12 weisser Kaolin nicht mehr konstatiert wurde, während derselbe bei Bohrloch 5 in einer Mächtigkeit von 12,2 m auftritt, so kann nur angenommen werden, dass dieser weisse Kaolin westlich von Bohrloch 18 und 12 nach Osten schroff ausläuft, was sich auch durch die später zu besprechenden Schnitte bestätigt.

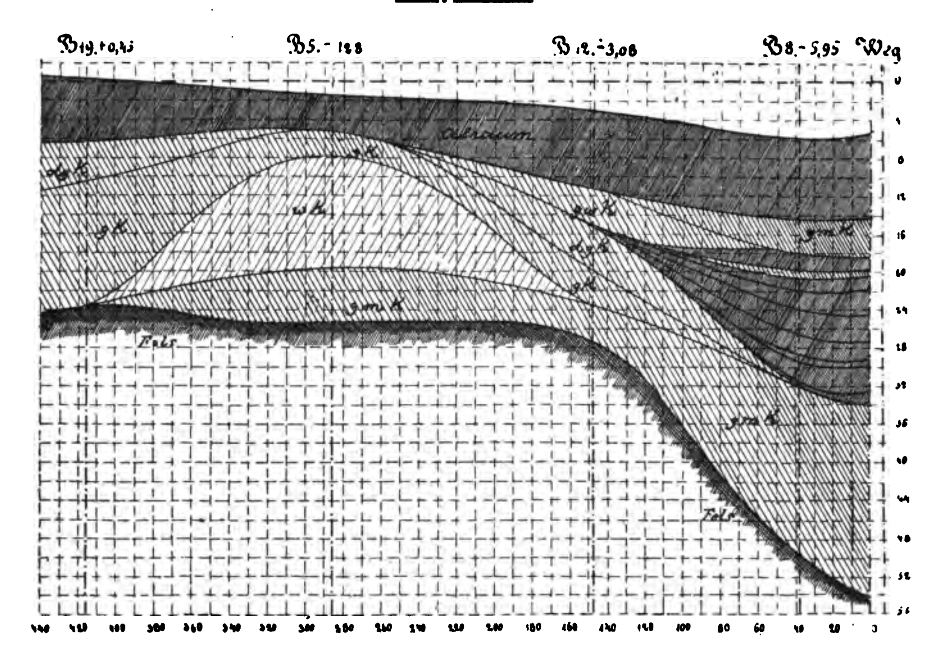


Der weisse Kaolin ist nun im Schnitt 2 (19, 5 und 12) von den besseren, aber weniger reinen Kaolinen g K, d g K, und g w K (grauweisser Kaolin) um- und überlagert, während er selbst noch eine starke Schicht der geringwertigeren Ablagerungen g m K überdeckt.

Besonderes Interesse bietet das Bohrloch 8, da bei demselben unter einer Decke von 8,6 m Abraum (ohne Tonablagerungen) zunächst nur eine Schicht von 3,4 m g m K, sodann wieder eine 14,4 m starke Ablagerung von vorwiegend Sand, Letten und Ton in wechselnden Schichten auftritt, auf welche wiederum 23,6 m g m K folgen, so dass auf der Parzelle 220 das Lager nur noch geringen Wert besitzt, was möglicherweise für die Parzellen 47, 50 und 51 zutreffen kann, deren Erwerb also unter Umständen vollständig zu umgehen sein dürfte.

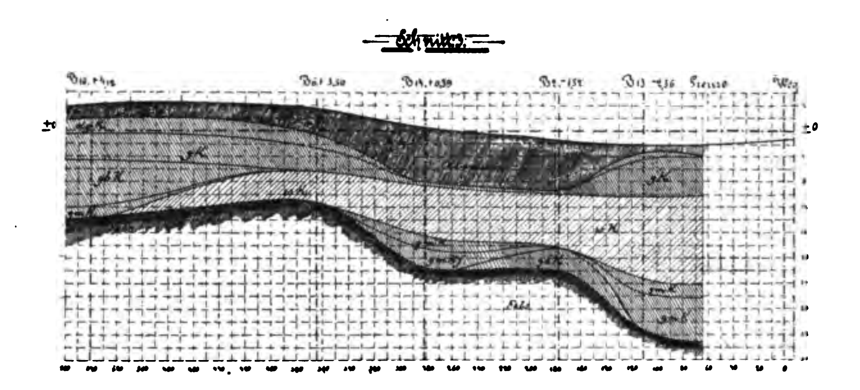
Der Abraum, welcher den Kaolin bei Schnitt No. 2 bedeckt, hat bei Bohrloch 5 eine Mächtigkeit von 4 m, bei Bohrloch 12 eine solche von 8,3 m. Während nun bei Bohrloch 5 Tonstreifen von 1—2 m Mächtigkeit gefunden wurden, sind solche bei Bohrloch 12 nicht zu konstatieren.

Schnitt 2.



Wir kommen jetzt zu:

Schnitt No. 3, welcher die Bohrlöcher 10, 6, 14, 2, 13 verbindet, also auf der Parzelle 66, etwa 160 m von der Nordgrenze des Grundstückes 216 beginnend, dieses von Norden nach Süden durchschneidet und auf der Parzelle 219 endet, etwa 45 m nördlich von der Parzelle 160 und etwa 110 m nördlich von der Strasse Bdorf—Adorf



Bei Bohrloch 10 liegt unter einer Abraumdecke von 2,2 m, welche Ton nicht enthält, der Kaolin in einer Mächtigkeit von 15,2 m in fast durchweg besserer Qualität d g K, g K, g b K, und nur ganz unten in schwacher Schicht g m K.

Weisser Kaolin ist bei Bohrloch 10 nicht gefunden worden, während derselbe bei Bohrloch 6, also etwa 15 m von der nördlichen Grenze der Parzelle 216, bereits in einer Mächtigkeit von 4,6 m auftritt, überlagert von 5,8 m g m K und d g K und 4,2 m Abraum, letzterer ohne Toneinlagerungen.

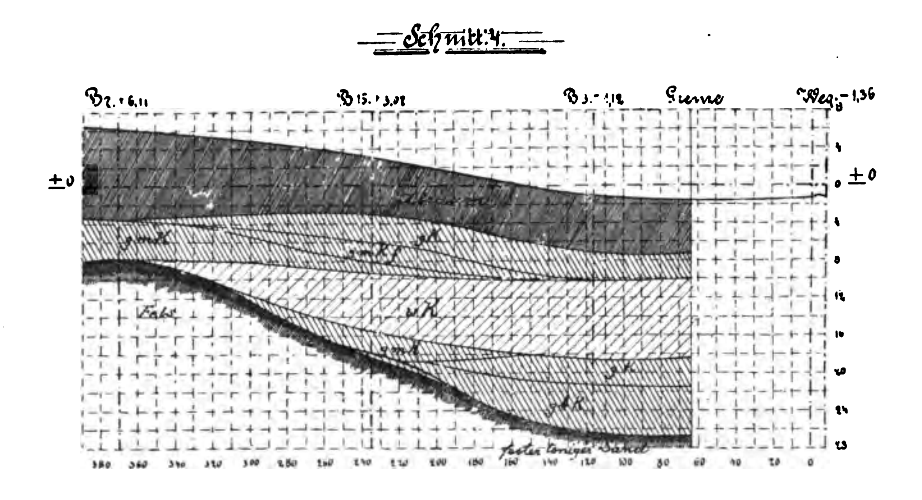
Es ist also anzunehmen, dass der weisse Kaolin ausserhalb der nördlichen Grenze von 216 auf der Parzelle 66 zwischen Bohrloch 6 und 10 in einer Spitze verläuft, da er östlich und westlich von Bohrloch 6 bei Bohrloch 19 und 7 nicht mehr gefunden wird.

Bereits bei Bohrloch 14 hat der weisse Kaolin eine Mächtigkeit von 7,9 m; weiter südlich bei Bohrloch 2 eine solche von 8,6 m und bei Bohrloch 13 endlich, also auf der Parzelle 219, eine solche von 13 m, so dass mit grosser Sicherheit anzunehmen ist, dass noch ganz bedeutende Ablagerungen von weissem Kaolin auf Parzelle 160 sich vorfinden dürften, deren notarielle Sicherstellung deshalb auch schon im Anfang empfohlen wurde.

Auch das ganze Profil Schnitt 3 zeigt über dem weissen Kaolin durchweg nur bessere Kaolinsorten g K und d g K, deren Mächtigkeit sich interessanter Weise zwischen Bohrloch 14 und 2 auf 0,5—0,6 m reduziert, während dieselbe bei Bohrloch 6 bezgl. 13 5,8 bezgl· 5,7 m beträgt. Die Stärke der unbrauchbaren Abraumdecke ist bei Bohrloch 6 4,2 m, bei Bohrloch 14 8,5 m, bei Bohrloch 2 7,9 m, bei Bohrloch 13 2,3 m.

Es scheinen also die Verhältnisse speziell auf den Parzellen 219 und 160 nicht nur dadurch günstig zu liegen, dass der weisse Kaolin dort die grösste Mächtigkeit hat, sondern dass auch die unbrauchbare Abraumdecke dort verhältnismässig schwach ist.

Der Schnitt No. 4 verbindet die Bohrlöcher 7, 15 und 3, verläuft also von Parzelle 218 etwa 30 m von der Westgrenze der Parzelle 66, schneidet sodann die westliche Spitze der Parzellen 216/217, ferner die Parzelle 219 und endigt etwa 50 m von der Nordgrenze der Parzelle 160 und etwa 115 m von der Strasse Bdorf—Adorf.



Da bei Bohrloch 7 weisser Kaolin nicht mehr gefunden wurde, während derselbe bei Bohrloch 15 mit einer Mächtigkeit von 6,1 m, bei Bohrloch 3 mit 8,3 m auftritt, so ist auch hier anzunehmen, dass die Mächtigkeit nach Parzelle 160 zu eine bedeutendere wird.

Der weisse Kaolin läuft also südöstlich vom Bohrloch 7 auf Parzelle 218 vermutlich in einer Linie aus, welche ungefähr 70—80 m nordwestlich der Bohrlöcher 6, 15 und 16 hinstreichen dürfte, da

auch bei Bohrloch 16, welches etwa 70 m von der Westspitze der Parzelle 216/217 abliegt, noch weisser Kaolin von bedeutender Mächtigkeit auftritt.

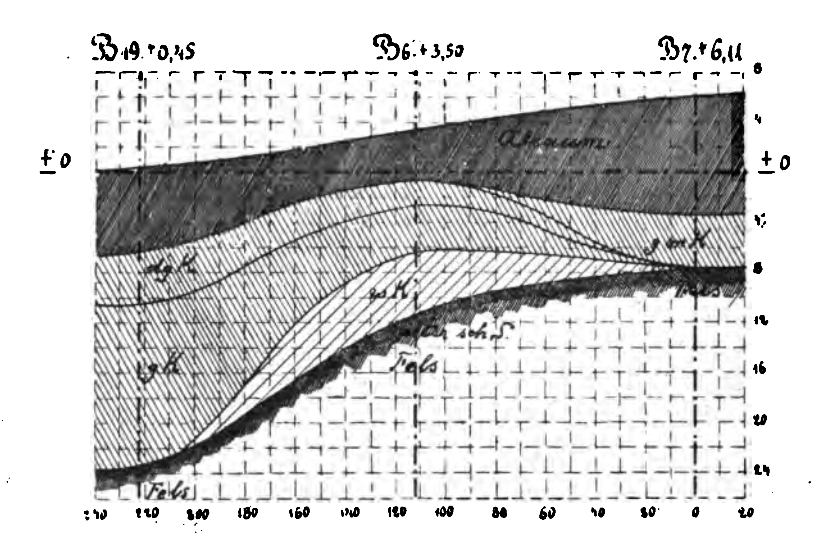
Bei Bohrloch 7 ist das Bild wenig günstig, da unter einer Decke von 9,7 m Abraum nur geringwertiger Kaolin g m K in einer Mächtigkeit von 4,2 m auftritt, der auch bei Bohrloch 15 den weissen Kaolin mit 3,4 m überlagert; hierüber befindet sich dann eine 3 m starke Decke von besserem Kaolin g K und eine 6 m starke Decke Abraum.

Bei Bohrloch 3 liegen über dem weissen Kaolin 3,3 m besseres Material g K und 5,7 m Abraum mit steinigen, also vermutlich unbrauchbaren Tonstreifen. Unter dem weissen Kaolin liegen bei Bohrloch 15 2,8 m geringwertiger g m K, bei Bohrloch 3 indessen 8 m besseres Material g K und g b K.

Wenn man durch die Schnitte 1, 2, 3, 4 noch eine Anzahl weitere Schnitte legt, welche die ersteren ungefähr unter 90° treffen, also die in Frage kommenden Grundstücke von Westen nach Osten durchschneiden, so erhält man eine vorzügliche Ergänzung zu dem eben Gesagten.

Nehmen wir z. B. den Schnitt A, welcher die Bohrlöcher 19, 6 und 7 verbindet, so ersehen wir aus dem gewonnenen Profil, dass das Kaolinlager sich östlich vom Bohrloch 19 auf Parzelle 63

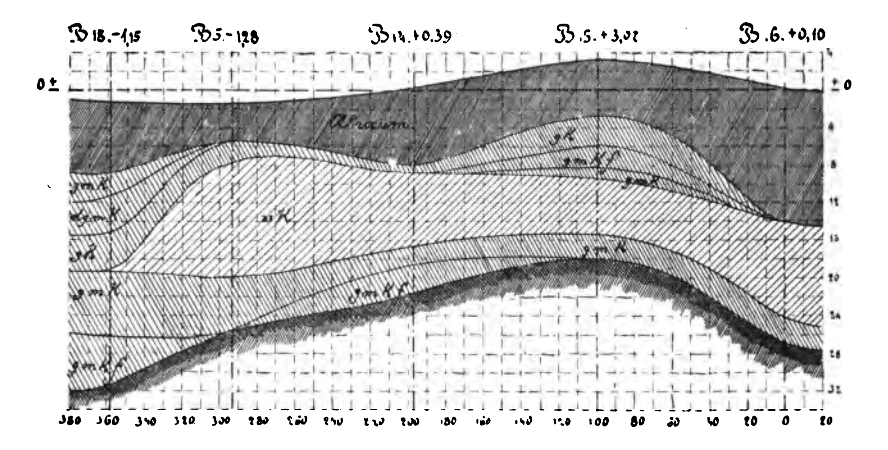
Schnitt: A.



noch in bedeutender Mächtigkeit — zwar ohne weissen Kaolin, aber sonst in besserer Qualität — fortzusetzen scheint, während es nicht ausgeschlossen ist, dass es nordwestlich von Bohrloch 7 auf Parzelle 218 überhaupt ausläuft.

Schnitt B verbindet die Bohrlöcher 18, 5, 14, 15, 16 und lässt ebenfalls erkennen, dass sich das Kaolinlager, wie schon gesagt, östlich von 216/217 nach den Parzellen 62 57 und 56 in bedeutender Stärke — aber ohne weissen Kaolin — teils als geringwertiges Material d g m K, teils als besseres Material g K fortzusetzen scheint, während auf den Parzellen 216/217 der weisse Kaolin in der Hauptsache von besserem Material g K überlagert ist; zwischen den Bohrlöchern 5 und 14, wie schon erwähnt, nur in geringer Schicht, aber dafür in einer verhältnismässig bedeutenden Schicht Abraum.

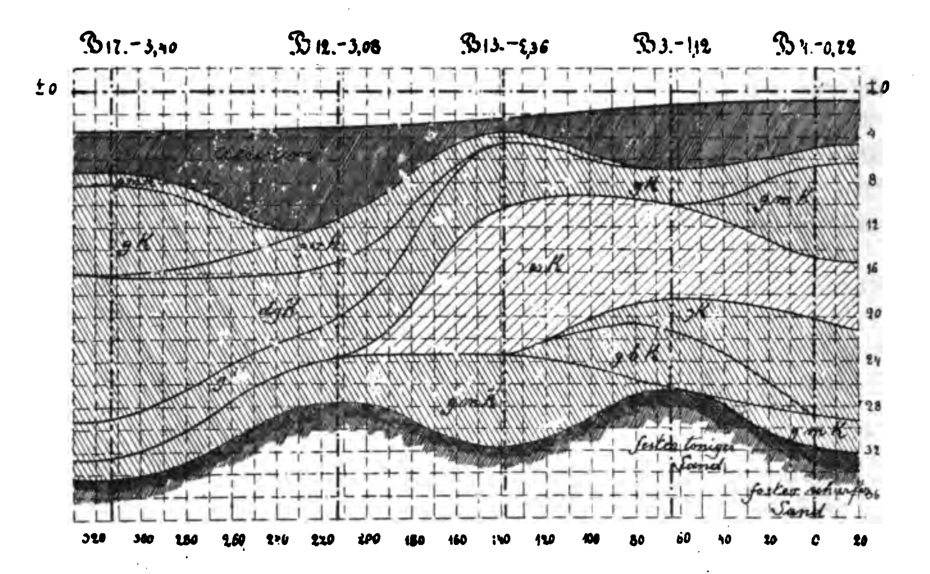
Schnitt B.



Nach Westen auf Parzelle 218 setzt sich der weisse Kaolin noch in bedeutender Stärke fort, so dass das Lager sich aller Voraussicht nach in südwestlicher Richtung vor allem im Bereiche der Schnitte 3, 4 und B auszudehnen scheint, wie schon vorher hervorgehoben wurde, und was auch wiederum

Schnitt C bestätigt, der die Bohrlöcher 17, 12, 13, 3, 4 verbindet, und bei Bohrloch 17, welches in der südöstlichen Ecke der Parzelle 217 liegt, noch eine ganz bedeutende Mächtigkeit des Kaolins in fast ausschliesslich besseren Sorten zeigt, so dass anzunehmen ist, dass sich derselbe auch noch in der Richtung zwischen

Parzelle 56 und 51 fortsetzt, obgleich, wie gesagt, nicht ausgeschlossen ist, dass derselbe dort bei Parzelle 50 schroff nach unten in geringerer, nicht mehr abbauwürdiger Qualität abfällt.



Aus den durch die Bohrungen gewonnenen Resultaten und aus den Schnitten, die auf Grund dieser Bohrresultate durch das Lager gelegt wurden, um den Verlauf des Kaolinvorkommens in klarer Weise zu erkennen, ergiebt sich, dass der weisse Kaolin nicht, wie gehofft, allein auftritt, nur unter einer mehr oder weniger starken Abraumdecke, sondern dass dieser weisse Kaolin von weniger wertvollen Vorkommen des gleichen Materials überlagert und umlagert ist und selbst wieder weniger wertvollen Kaolin in Schichten von teilweise ganz erheblicher Mächtigkeit überlagert.

Betreffs der Verwendungsfähigkeit des weissen Kaolins waren bei dem ersten Fund schon durch sorgfältige Untersuchung wertvolle Resultate gezeitigt worden, die sich bei der, während der Durchführung des Abbohrens weiter angestellten Untersuchung des weissen Kaolins als wenig abweichend von den ersten Proben bestätigten und dadurch bewiesen, dass die ganze Ablagerung des weissen Kaolins einen recht gleichmässigen Charakter zeigt. Gleichzeitig mit der Untersuchung weiterer Proben des weissen Kaolins machte

sich auch die Untersuchung der weniger reinen Schichten des grauen Kaolins nötig, dessen verschieden geartete Ablagerungen sich hauptsächlich durch einen mehr oder weniger hohen Gehalt an unplastischen Trümmern, und zwar vor allem an Quarz in grösserer Menge und mehr oder weniger grobem Korn unterscheiden.

Aus Gründen, die zu erörtern hier zunächst nicht der Platz ist, stellte sich heraus, dass die Ablagerungen des grauen Kaolins für die Zwecke der feineren Keramik und wenig auch für die Zwecke der Papierfabrikation geeignet waren, hingegen für die Fabrikation feuerfester Chamottewaren, je nach dem Grad ihrer Plastizität bezüglich nach dem Gehalt an unplastischen Trümmern, von wechselndem Wert waren, wenn auch sie für eine direkte Verarbeitung in dem Zustande, wie sie gefunden wurden, nur zum Teil in Betracht kommen konnten.

Von besonderem Vorteil ist es dabei, dass über dem weissen Kaolin in der Hauptsache nur die besseren Sorten des grauen Kaolins sich vorfanden, d. h. die fetteren, plastischeren Ablagerungen, während unter dem weissen Kaolin hauptsächlich die weniger wertvollen mageren, grauen Schichten auftraten.

Die Resultate der Bohrungen sollen uns nun bestimmte Anhaltspunkte darüber geben, mit welchen Massen der verschiedenen Kaolinsorten wir in dem Lager rechnen können, ferner ob diese Massen durchweg als abbaufähig zu betrachten sind, oder ob bestimmte Teile des Lagers, als nicht zu gewinnen, betrachtet werden müssen. Des ferneren wollen wir wissen, ob wir es dabei vollkommen in der Hand haben, die verschiedenen Sorten des Kaolins, die, wie wir gesehen haben, teilweise recht wechselnden Zwecken dienen müssen, nach Belieben zu fördern, oder ob wir gezwungen sind, wenn wir die eine Sorte, meinetwegen den weissen Kaolin, gewinnen wollen, gleichzeitig auch den grauen Kaolin mit zu fördern, sodass wir auch für dessen gewinnbringende Verarbeitung Sorge tragen müssen.

Auch sollen uns die Schnitte durch das Lager erkennen lassen, ob einige Nachbargrundstücke, deren notarielle Sicherstellung von Anfang an als empfehlenswert bezeichnet werden musste, wirklich zu erwerben sind, um die Abbaumöglichkeit bezl. Lebensfähigkeit eines auf Grund des vorhandenen Lagers zu gründenden Unternehmens sicher su stellen.

Zu diesem Zweck müssen wir nach den Bohrresultaten eine Massenberechnung anstellen, die sich einerseits auf die Gesamtmenge

des vorhandenen Kaolins auf eigenen Grundstücken zu erstrecken hat, ferner auf die wirklich abbaufähige Menge auf diesen Grundstücken, soweit eventuell der Ankauf von Nachbargrundstücken nicht durchführbar ist, und endlich sollen daraus weitere Schlüsse gezogen werden, welchen Umfang die Förderung bezl. die Verarbeitung der verschiedenen Kaolinsorten annehmen darf, um das Unternehmen solange lebenskräftig zu erhalten, dass im Laufe einer Reihe von Jahrzehnten eine vollständige Abschreibung desselben, auch bei zeitweilig schlechter Geschäftslage, möglich wird.

Endlich ist noch zu überlegen, an welcher Stelle das Lager am vorteilhaftesten angegriffen wird, unter Berücksichtigung der Frage, ob vielleicht dabei Schwierigkeiten durch Grundwasser zu erwarten sind, und dann, welche Teile des Grundstückes eventuell für die Errichtung von Fabrikationsgebäuden benutzt werden dürfen, ohne dadurch wichtige Teile der Ausbeutung zu entziehen.

Es ist an dieser Stelle nicht durchführbar, alle die erwähnten Gesichtspunkte so eingehend zu behandeln, wie es die Praxis in jedem Falle unter fortwährend wechselnden Verhältnissen verlangt. Der nachstehende Auszug aus einem derartigen, bis in die Einzelheiten der Fabrikation durchgeführten Gutachten soll eben in der Hauptsache dazu dienen, die prinzipielle Behandlung einer derartigen Arbeit zu erläutern, da, um es wiederholt zu sagen, in jedem Falle die Verhältnisse wechseln.

Betreffs der im Lager vorhandenen Massen ergiebt sich, annähernd genau, das Folgende, wobei von einer Berechnung der Abraumdecke deshalb hier Abstand genommen werden mag, weil dieselbe unter den gegebenen Verhältnissen zu Bedenken keine Veranlassung gibt.

Sieht man von der Parzelle 220, welche ein nur ungünstiges Bohrresultat ergab, ganz ab, so ist die verfügbare Fläche $10 - 0,3 = 9,7$ ha, entsprechend 97000 qm, und es ergibt sich, dass die im Lager vorhandene Kaolinmasse rund:

1,7 Million Kubikmeter

beträgt, da die durchschnittliche Mächtigkeit des Kaolins 17,5 m ist.

Von diesen 1,7 Million cbm kommen auf den weissen Kaolin rund:

500000 Kubikmeter,

da derselbe mit einer durchschnittlichen Mächtigkeit von 7 m eine

Fläche von über 70000 qm auf eigenem Gebiete bedeckt, und würden demnach für die Zwecke der Chamottefabrikation rund:

1,2 Million Kubikmeter

verfügbar bleiben.

Während die Untersuchung des weissen Kaolines eine Ausbeute von über 75% an feinst geschlämmtem versandtfertigen Material als möglich hinstellte, soll dieselbe, entsprechend den vorliegenden Verhältnissen, unter Berücksichtigung von Abbau- und Fabrikationsverlusten, nur mit 66% der vorhandenen Bestände im eigenen Lager angenommen werden, also mit rund:

330000 cbm feinst geschlämmten Materials

in verkaufsfähigem Zustande, oder mit

ca. 55000 Waggon zu 10000 kg,

wenn man auf den Waggon ca. 6 cbm rechnet, sodass 55 Jahre lang pro Jahr die Produktion 1000 Waggon an feinst geschlämmten Material betragen könnte.

Die westlich und südwestlich anstehenden erwerbsfähigen Massen an weissem Kaolin sind hierbei ein weiterer günstiger Rückhalt, um so mehr, als deren Erwerb zunächst keine Notwendigkeit für das Unternehmen bildet, während indessen dieselben für den Besitzer der Parzelle 160 kaum abbaufähig sind, da die Strasse Bdorf—Adorf, die Parzellen 219 und 220 und der das Grundstück schneidende Zugangsweg zur Parzelle 219 dies unmöglich machen dürften, welche Hindernisse aber fast sämtlich wegfallen, wenn das Grundstück käuflich erworben wird.

Es muss indessen erwogen werden, dass dieser Feldweg auch Verbindungsweg für die Parzelle 66 ist, sodass rechtzeitig Mittel und Wege gefunden werden müssten, um diesem Grundstück eine andere Verbindung mit der Strasse zu sichern.

Berechnet man von dem für die Zwecke der Chamottefabrikation verfügbaren Kaolin von 1,2 Million cbm, wieder mit Rücksicht auf Abbau- und Fabrikationsverluste, ebenfalls nur eine Ausbeute von 66% als fertiges Fabrikat, so giebt dies rund:

800000 Kubikmeter

oder

160000 Waggon,

zu denen etwa noch ein Drittel an anzukaufenden plastischen Tonen und an Chamotte kommen mögen, da die im Lager vorhandenen Tone sich als nicht verwendbar gezeigt haben. Es reichen nach

dieser Berechnung die vorhandenen Bestände, wenn man ebenfalls eine Dauer des Unternehmens von 55 Jahren zu Grunde legt, für eine jährliche Produktion von über:

4000 Waggon zu 10000 kg

oder

40 Million Kilo Chamottewaren

aus.

Es wurde schon früher darauf hingewiesen, dass mitten in den Parzellen 216/217 auf einer Fläche, welche von den Bohrlöchern 5, 14 und 2 ungefähr begrenzt wird, der weisse Kaolin nur von einer, teilweise ganz schwachen Decke weniger reinen Kaolins überlagert ist, sodass bei Beginn der Förderung an dieser Stelle die Annehmlichkeit nahe liegen würde, dass man die Mitgewinnung der weniger reinen Kaolinsorten auf eine gewisse Zeit ganz umgehen könne, um so der Frage überhoben zu sein, für die Verwertung derselben entsprechende Massnahmen durch Anlage einer Chamottefabrik treffen zu müssen, da dieselben ja mit einem weiteren, nicht unbedeutenden Kapitalaufwand verbunden sind.

Es sind bestimmte Bedenken, die sich gegen eine derartige Einleitung des Abbaues geltend machen, die hier etwas weiter erörtert werden mögen.

Wollte man also in der Absicht, den Kaolinschlämmerei-Betrieb zunächst allein aufzunehmen, den Abbau des Kaolinlagers an der bezeichneten Stelle beginnen, so würde dies anfänglich recht vorteilhaft erscheinen, da ja möglichst geringe Massen des grauen Kaolins mit zu fördern sein würden. Sobald aber die Fördergrube an Umfang zunimmt, verändert sich das Bild in ungünstiger Weise und wird mit dem Moment direkt bedenklich, wenn zur Gewinnung des Kaolins für die Schlämmerei grössere Massen von weniger reinem Kaolin mit gefördert werden müssen, und wenn dann deren direkte Verwendung nicht vorgesehen war.

Abgesehen davon, dass der Abbau des Lagers nicht durch momentane Vorteile, welche anscheinend günstig gelagerte Teile des Materials bieten, beeinflusst werden darf, wenn nicht die Möglichkeit grosser Nachteile später hervorgerufen werden soll, würde nachher ein derartiges Vorgehen noch folgende Schwierigkeiten im Gefolge haben:

1. Die ganze Förderung des Abraumes fällt zu Lasten der Kaolinschlämmerei und werden diese Lasten von Tag zu Tag grösser, entsprechend der zunehmenden Ausdehnung der

Förderungsgrube, sodass der Nutzen der Anlage dadurch steigend ungünstig beeinflusst wird, wenn die Abbauschwierigkeiten zunehmen.

2. Die ganze Förderung der für die Chamottefabrikate brauchbaren Massen fällt ebenfalls zu Lasten der Kaolinschlämmerei, wie eben geschildert.
3. Während die Ablagerung des nicht brauchbaren Abraumes in einer am billigsten erscheinenden Weise erfolgen wird und eine nicht zu umgehende Begleiterscheinung des Betriebes bildet, die man durch rationelle Verteilung dieser Arbeit regeln muss, müsste.
4. die Wiederablagerung des gleichzeitig mitgeförderten, weniger reinen Kaolins in so sorgfältiger Weise geschehen, dass eine Verunreinigung durch Abraum nicht möglich wird, was aber mit grossen Mühen und grossen Kosten verbunden ist und ins Unmögliche gehen kann, sobald die überlagernden Schichten eine grössere Mächtigkeit annehmen.
5. Ist es ganz ausgeschlossen, den geförderten und abgelagerten Kaolin in einer Weise aufzubewahren, dass derselbe nicht an Wert einbüssen würde.

Unter solchen Gesichtspunkten würde es immer noch richtiger sein, zuerst eine Chamottefabrik anzulegen, da selbige wohl weissen Kaolin verarbeiten kann, wo derselbe mit gefördert werden muss, während die Kaolinschlämmerei auf die reinen Ablagerungen angewiesen ist.

Dieser Vorschlag würde aber auch wieder den grossen Nachteil im Gefolge haben, dass der weisse Kaolin als sehr edles Vorkommen für Zwecke verwendet würde, die weniger lohnend als der Schlämmereibetrieb und dabei mit grösseren Umständen verbunden sind, obgleich damit in keiner Weise gesagt sein soll, dass der weisse Kaolin nicht auch für Chamottefabrikate eine lohnende Verwendung finden könne.

Das verlockende bei der Sache ist eben noch, dass der Betrieb der Kaolinschlämmerei sich wesentlich einfacher gestaltet als derjenige der Chamottefabrik, und daher ist auch der Wunsch zu verstehen, zunächst nur den Schlämmereibetrieb aufzunehmen und die Verwertung der für die Schlämmerei nicht zu verwendenden Rohmaterialien auf später zu verschieben.

Es mögen hier noch einige andere Gesichtspunkte angeführt werden, die gegen eine derartige Anordnung sprechen würden.

Die grössten Schwierigkeiten beruhen bei der Aufnahme neuer Betriebe in der Gewinnung des Absatzgebietes, selbst wenn die Fabrikate von Anfang an mustergültig sind. Es ist aber nahezu eine Unmöglichkeit, dass ein junges Werk von Anfang an schon allen Ansprüchen der Abnehmer gerecht werden kann, da es ja die verschiedenen Wünsche derselben erst kennen lernen muss.

Es müsste also auch für die Kaolinschlämmerei allein eine technisch gebildete Kraft an der Spitze stehen, welche in ständiger Fühlung mit den Abnehmern bleibt und die Fabrikationsweise in die Bahnen lenkt, die durch die wechselnden Bedürfnisse der verschiedenen Abnehmer nötig werden; denn die Art und der Umfang der Fabrikation muss sich den bestehenden Bedürfnissen anpassen, und bedarf es daher einer fortwährenden Korrektur des Arbeitsprogrammes, um es zu einem möglichst rationellen zu gestalten.

Wenn auch der reguläre Betrieb einer Kaolinschlämmerei verhältnismässig einfach ist und später von einem geschulten älteren Werkmeister in Anlehnung an die Direktive der technischen Oberleitung geführt werden kann, so müssen unter allen Umständen durch sachgemässen Ausbau der ganzen Fabrikation nach Innen und Aussen von Anfang an Missgriffe vermieden werden, die einem Werk auf Jahrzehnte hinaus Schaden bringen können.

Es würde nicht nötig sein, diese Punkte so hervorzuheben, wenn nicht zu oft Fälle — sei es zur Begutachtung, sei es zur technischen Bearbeitung — vorlägen, wo die zu wenig scharfe Beachtung der eben besprochenen Gesichtspunkte zu enormen Verlusten geführt haben. So waren z. B. in einem der charakteristischsten Fälle, die der Verfasser in letzter Zeit bearbeitete, in ca. 10 Jahren rund 750000 Mark durch verfehlte Massnahmen von einem Werk eingebüsst worden.

Es liegt also hier der Gedanke sehr nahe, einen grossen Teil der Verwaltungs-, Einführungs- und sonstigen Kosten auf einen anderen Betrieb abzuwälzen, der eine volle Ausnutzung der aufgewendeten Kräfte unbedingt ermöglicht, und dies würde die gleichzeitig aufgenommene Fabrikation feuerfester Produkte sein.

Es kommen also als gleichwertige Betriebe derjenige der Chamottefabrik und die Kaolinschlämmerei in Betracht, und ist dabei zu erwägen, in welchem Umfange diese Betriebe aufzunehmen seien, um bei durchaus zeitgemässer Einrichtung gleichzeitig die Kosten eines Verwaltungsapparates tragen zu können, wie die heutigen Industrieverhältnisse ihn unbedingt verlangen, wenn ein

junges Unternehmen gegen vorhandene und bewährte Konkurrenz sich ein Absatzgebiet gewinnen soll, und gleichzeitig einen Ruf schaffen, dass dieses Absatzgebiet auch dauernd sichert.

Dabei soll im Anfang die Gefahr vermieden werden, den Fabrikationsumfang so gross zu gestalten, dass der Absatz ausser Verhältnis zur Produktion bleibt und andererseits muss die gesamte Disposition der neuen Anlage so getroffen sein, dass jederzeit ohne Störung des laufenden Betriebes eine Vergrösserung des Werkes möglich ist.

Diese Grundbedingungen sind von so einschneidender Bedeutung, dass eine zu geringe Beachtung derselben sich bei späterer Augestaltung des Unternehmens durch erhebliche Ausfälle bemerkbar machen muss; denn der Wert einer industriellen Anlage ist selbstverständlich nach diesen Gesichtspunkten zu taxieren.

Natürlich sind besonders für diesen Teil der Vorarbeiten recht eingehende Berechnungen aufzustellen, unter Berücksichtigung aller später für den Betrieb in Betracht kommender Momente, soweit sich dieselben überhaupt mit einiger Sicherheit von Anfang an übersehen lassen. Da indessen bei diesen Berechnungen ein Eingehen auf die Betriebsverhältnisse nicht zu vermeiden ist, mögen dieselben, auf dem hier beschriebenen Beispiel eines Rohmateriallagers fussend, an späterer Stelle folgen, um dann auch zu zeigen, mit welchen Summen man bei der Verwertung eines solchen Lagers zu rechnen hat.

Es mag noch die Frage kurz erörtert werden, welcher Platz für die Anlage der Fabrikgebäude der geeignetste sein dürfte. Die Wahl dieser Stelle hängt in der Hauptsache von zwei Faktoren ab:

1. Von wo aus ist der bequemste Weg für die abgehenden und ankommenden Güter?
2. An welcher Stelle werden durch die zur Verarbeitung des Rohmaterials erforderlichen Anlagen die wenigsten verwertbaren Massen der Gewinnung entzogen?

Wir haben gesehen, dass die Parzelle 220, welche direkt an der Hauptstrasse B-dorf-A-dorf liegt, so wenig verwertbare Kaolinmengen aufweist, dass deren Abbau garnicht in Betracht gezogen wurde, und müsste sich dieser Platz recht gut für die Anlage der Betriebsgebäude eignen, wenn er nicht erheblich zu klein wäre. Es könnte ja die Möglichkeit ins Auge gefasst werden, die Parzellen 47, 50 und die dahinter liegenden zu diesem Zwecke zu erwerben, deren notarielle Sicherstellung schon von Anfang an ins Auge gefasst war, und würde von da aus auch die Beschaffung von Wasser

für den Fabrikationsbetrieb keine Schwierigkeiten bereiten, da jenseits der Strasse B-dof-A-dorf, also südlich dieser, in geringer Entfernung ein Bach fliesst. Doch damit sind die nötigen Erwägungen nicht erschöpft.

Wenn wir die Schnitte 1—4, A, B und C durch das Lager nochmals betrachten, so sehen wir, dass der Verlauf der Oberfläche des ganzen Grundstückkomplexes sich in weitgehendem Masse der Oberflächengestaltung des Felsens anpasst, auf den der Kaolin aufgelagert ist und aus dem er auch entstanden sein dürfte. Da dieser Fels Quarzporphyr ist, wie er auch in der ganzen Gegend in gleicher Weise zu Tage tritt, so haben wir es zweifellos mit einer primären Lagerstätte zu tun, bei der der Kaolin auf dem Ursprungsgestein auflagert. (Vergl. das Schema der geologischen Landeskarte, das ein ungefähres Bild über den Aufbau der hier beschriebenen Gegend gibt.) Es erklärt sich aus diesen Umständen auch die Übereinstimmung in der Gestaltung der beiden Oberflächen.

Aus dem Verlauf dieser Oberflächen sehen wir nun, dass dieselbe nach der Strasse B-dorf-A-dorf sowohl, als auch nach dem Feldweg zu, der an der Ostgrenze der Parzellen 47—63 hinläuft, sich senkt, dass wir also bei Parzelle 220 und 47 einen der tiefsten Teile des Terrains haben, von wo aus die beiden nach Westen und Norden verlaufenden Strasse bezgl. Feldweg eine erhebliche Steigung erfahren. Diese Steigung möchte noch als lästige Begleitserscheinung zu ertragen sein, obgleich B-dorf die ca. 6 km weite nächste Bahnstation ist, die allein für den Versand in Betracht kommen kann, aber die tiefste Stelle des Terrains und auch des Lagers bringt andere Schwierigkeiten mit sich, das Auftreten von Grund- und Grubenwasser.

Man beginnt niemals den Abbau des Tonlagers an derjenigen Stelle, an der vermutlich die unterirdisch gesammelten und auch die Tagewässer zusammenlaufen müssen, sondern möglichst an einem hochgelegenen Punkte, von dem man annimmt, dass er dem Wasser entweder einen natürlichen Abfluss gewährt oder eine leichte Beseitigung der hier zu erwartenden geringeren Wassermengen möglich wird.

Auch würde gegen die Errichtung der Gebäude und Öfen auf den Parzellen 220/247 dasselbe Bedenken sprechen, weil man befürchten muss, dass man für die Fundamente keinen trockenen Baugrund findet. Diese Bedenken wurden durch die Resultate der Bohrung als berechtigt erwiesen.

Wenn wir nun den Schnitt „A“ betrachten, welcher, nahezu parallel der Nordgrenze 216 verlaufend, die Bohrlöcher 19, 6 und 7 verbindet, so sehen wir, dass bei Bohrloch 19 und 7 weisser Kaolin nicht mehr angetroffen wird; ferner müssen wir nach den Ergebnissen des Bohrloches 10 auf Parzelle 66 annehmen, dass der weisse Kaolin jenseits der erwähnten Nordgrenze auf Parzelle 66 verläuft, da wir denselben bei Bohrloch 10 ebenfalls nicht mehr finden, während er bei Bohrloch 6 noch mit über 4 m Mächtigkeit ansteht.

Von Wichtigkeit ist aber die Tatsache, dass bei Bohrloch 7 auf Parzelle 218 das Kaolinlager nach Nordwesten überhaupt vollständig zu verlaufen scheint, da bei diesem Bohrloch nur noch ca. 4 m Kaolin geringster Sorte gefunden werden.

Da also Bohrloch 7 auf einem der höchsten Punkte des Lagers gelegen ist, wo das letztere ausserdem von besonderem Wert nicht mehr erscheint, da es kaum lohnen dürfte, 4 m geringwertigsten Kaolin abzubauen, wenn derselbe von nahezu 10 m Abraum überlagert ist, so scheint nördlich von dieser Stelle der geeignete Platz für Anlage der Fabrikgebäude zu sein.

Von hier aus ist auch die Strasse nach B-dorf in bequemer Weise zu erreichen und zwar an einem Punkte, wo das Fuhrwerk grosse Steigungen vermeiden kann. B-dorf ist, wie schon gesagt, ca. 6 km Landstrasse von dieser Stelle abgelegen und sei nur kurz erwähnt, dass eine derartige Entfernung nach der nächsten Eisenbahnstation die Rentabilität der vorgeschlagenen Unternehmen in keiner Weise in Frage stellen kann.

Schwierigkeiten für die Beschaffung von Wasser für den Fabrikationsbetrieb werden bei Wahl des vorerwähnten Platzes nicht eintreten, wenn auch ev. die grössere Entfernung zum Bach dabei in Rücksicht gezogen werden muss.

Östlich von Bohrloch 7, in der Richtung des Schnittes „A“, senkt sich das Terrain ziemlich regelmässig, den Ausläufer des weissen Kaolins schneidend, und wird es das beste sein, den Abbau des Lagers daselbst durch einen Einschnitt zu beginnen, welcher in genügender Entfernung von der Nordgrenze der Parzellen 216 verläuft.

Der zur Lagerstätte zu bahnende Weg hat da einzutreffen, wo der weisse Kaolin anfängt, in abbauwürdiger Mächtigkeit anzustehen.

Die Art der Förderung und Beförderung soll Sache späterer Besprechung sein.

Alte Tongrube unter Wasser.

Diese Tongrube in annehmbarer Nähe der Fabrik gelegen, diente bislang zur Gewinnung eines für die Fabrikation von Trottoirplatten vorzüglich bewährten Tones.

Das Vorkommen in der Tongrube ist nahezu ausgebeutet und konnten die vorhandenen Reste infolge von Westen einbrechender Wassermassen nicht weiter gefördert werden.

Unter diesen Umständen wäre eine Wiederaufnahme des Betriebes der alten Grube durch Einrichtung entsprechender Wasserhaltungsanlagen, die vorher fehlten, da sie beim Abbau bislang entbehrt werden konnten, schwerlich zu empfehlen, da es fraglich bleibt, ob die aufgewendeten Kosten dabei ein genügendes Äquivalent finden.

Jenseits dieser durch den „Feldweg“ begrenzten Grube ist ein Tonvorkommen von anscheinend gleicher Qualität durch Schürfungen konstatiert worden, und ist dasselbe zweifellos ein Ausläufer des Vorkommens in der Grube. (Siehe den zugehörigen Plan und die Schnitte durch das Lager.)

Die Flächenausdehnung dieses Ausläufers lässt sich auf annähernd $64 \times \frac{40}{2} = 1280$ qm berechnen, soweit dasselbe jenseits des Feldweges liegt und kann eine mittlere Mächtigkeit von 4,75 m angenommen werden, sodass im ganzen etwa

6080 cbm Ton vorhanden

sind, von denen aber der grösste Teil gar nicht gefördert werden kann, wenn der erwähnte Feldweg nicht alleiniges Eigentum der Fabrik wird oder ist. Ist dies aber ausgeschlossen, so sind nur rund 33% oder etwa

2000 cbm Ton abbauwürdig.

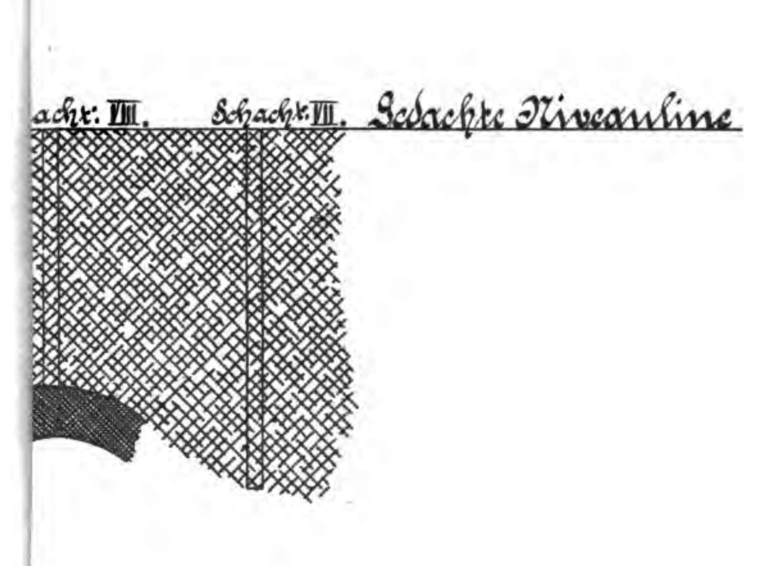
Auf diese 2000 cbm Ton kommen dann bei Innehaltung der von der Berufsgenossenschaft für den Abbau von Tongruben gegebenen Vorschriften rund

23000 cbm Abraum.

Nimmt man die Gesamtförderkosten — also einschliesslich aller Nebenausgaben — sowohl für Abraum als auch für Ton (letzteren frei Waggon), da keine besonderen Schwierigkeiten beim Abbau in Betracht kommen dürften, mit 1 Mark für den Kubikmeter

Alte




achť. VIII.
Schacht. VII.
Gedachte Niveaulinie

an, ferner nach den dortigen Verhältnissen die Kosten der anzukaufenden Grundstücke mit ca. 4000 Mark, die Trausportkosten per Waggon geförderten Ton frei Werk mit 12 Mark, so ergiebt sich folgende Aufstellung, wenn man reichlich pro Waggon von 10000 kg 7 cbm gewachsenen Boden rechnet:

Preis der Grundstücke etwa	Mk. 4000
Abraum	„ 23000
Ton . . . . . , ...	„ 2000
Fracht bis zum Werk, 2000 : 7 × 12 =	„ 3432
Summa	Mk. 32432

oder rund 114 Mk. pro Waggon frei Werk.

Unter diesen Gesichtspunkten würde ein Abbauen des Lagers nicht zu empfehlen sein.

Wesentlich anders gestalten sich die Verhältnisse, wenn es gelingt, den Feldweg als Teil des Abbaufeldes für die Fabrik zu gewinnen.

Da man mit grosser Sicherheit annehmen kann, dass das Tonlager unter diesem Teil sich in der gleichen Mächtigkeit, wenn nicht mächtiger, hinzieht, so würde dadurch die abbaufähige Fläche sich auf etwa:

$$44 \times 70 : 2 = 1540 \text{ qm}$$

belaufen, was bei einer mittleren Mächtigkeit von 4,75 m etwa einer

abbauwürdigen Menge von 7315 cbm Ton

oder

rund 1045 Waggon Ton à 10000 kg

entspricht.

Auf diese 7315 cbm Ton kommen dann wieder bei Innehaltung der von der Berufsgenossenschaft gegebenen Vorschriften etwa

29638 cbm Abraum

und die vorhin gegebene, wenig erfreuliche Aufstellung ändert sich wie folgt:

Kosten der Grundstücke einschliesslich Feldweg ca.	Mk. 5000
Abraum, 29638 cbm	„ 29638
Ton, 7315 cbm	„ 7315
Fracht bis Werk 1045 × 12 = ...	„ 12540
Summa	54493 Mk.

oder 52 Mark pro Waggon zu 10000 kg frei Werk, ein Preis, der sich sehr wohl rechtfertigen lässt, wenn man bedenkt, dass dieser Plattenton bislang auch als gesuchtes Material gern von der Kon-

kurrenz bezogen wurde und derselben ganz wesentlich teurer kam als 52 Mark.

Voraussetzung ist hierbei, dass die Qualität des hier noch vorhandenen Lagers eine gleich gute ist wie bisher, was durch sorgfältige Versuche zu belegen ist.

Es liesse sich dann betreffs des Vorkommens etwa das Folgende sagen:

Es müssen alsbald die nötigen Schritte getan werden, um das notarielle Vorkaufsrecht auf die in Betracht kommenden Grundstücke zu erhalten und die Möglichkeit gesichert werden, den Feldweg durch Anlage eines neuen Kommunikationsweges jenseits des Tonfeldes oder durch Aufschütten eines Dammes durch die Grube für die Fabrik zu erwerben.

Der letztere Vorschlag — Aufschütten eines Dammes — würde noch folgende Vorteile mit sich bringen:

1. Der Abraum aus der neuen Grube wird auf dem kürzesten Wege beiseite geschafft.
2. Durch den anzulegenden Damm kann das Einbrechen neuer Wässer unter den vorliegenden Umständen verhindert werden.
3. Die zwischen Damm und Feldweg befindlichen Teile der alten Grube können auf solche Weise leicht trocken gelegt und der vorhandene Ton gewonnen werden, wodurch sich die obige Aufstellung noch günstiger gestaltet.

Tonlager am Berge.

Nicht immer sind die Verhältnisse so klar zu übersehen wie bei den beiden vorstehend gegebenen Beispielen, der Beschreibung eines Kaolinlagers und einer alten Tongrube unter Wasser, die zeigen sollten, wie verschiedenartig die Erwägungen sein können, die für die Bewertung eines Rohmaterialienlagers massgebend sein müssen.

Es soll hier noch ein weiteres Beispiel folgen, bezeichnet „Tonlager am Berge“, dessen Gestaltung eine Fülle interessanter Beobachtungen ermöglichte, aber auch manche Schwierigkeit für die Gewinnung klarer Gesichtspunkte mit sich brachte, wie ein rationeller Abbau durchzuführen sei.

Es werden selten in ein und demselben Lager eine solche Fülle verschiedenartiger Materialien gefunden, wie es hier der Fall war, deren Eigenschaften zur Aufnahme der verschiedensten Zweige der

Ziegelei- und Tonwarenindustrie berechtigen konnten, wenn man den Resultaten der ersten Laboratoriumsuntersuchungen folgen wollte, ohne die immer als gleich wichtig bezeichnete Frage in den Kreis der Betrachtungen zu ziehen: „Sind alle diese Materialien in genügender Menge leicht abbaufähig vorhanden und berechtigen die sonstigen lokalen Verhältnisse auch zur Aufnahme der durch die chemisch-technische Untersuchung als herstellbar bezeichneten Fabrikate?"

Es mag zunächst eine kurze Beschreibung der wesentlichsten Proben folgen, die einer genauen Untersuchung unterworfen worden waren, nachdem man sie bei den ersten oberflächlichen Schürfungen als verschieden in ihrer Art erkannt hatte, ohne indessen genauere Unterlagen für die Gestaltung der Lagerungsverhältnisse gewonnen zu haben.

Als Quarz wurden dabei alle diejenigen Schichten des Lagers in den beifolgenden zugehörigen Tafeln bezeichnet, bei denen der Quarzgehalt gegenüber dem Tongehalt so reichlich auftrat, dass infolge einer viel zu geringen Bindekraft an eine Verarbeitung ohne Zusatz anderer fetter Tone nicht zu denken war, auch bei denjenigen Materialien, bei denen noch ca. 10% Tonerde durch die Analyse bestimmt werden konnten. Bei einzelnen Schichten trat der Tonerdegehalt soweit zurück, dass kaum noch von tonigem Quarz oder Klebsand zu reden war, sodass eine Verwendung in der Hauptsache nur für andere Zwecke in Betracht kommen konnte, und zwar für die Herstellung einer besonderen Qualität feuerfester Steine, sogen. Dinas.

Es geht aus dem Gesagten hervor, dass wir es bei diesen kurz als Quarz bezeichneten Schichten mit Vorkommen recht wechselnden Charakters zu tun haben, bei denen der Tonerdegehalt in einzelnen Schichten bis zu 10% ansteigend, in anderen Partien des Lagers bis auf geringste Mengen zurücktrat und der Schmelzpunkt zwischen etwa S. K. 32 und 35 schwankte.

Während die tonreichen Schichten dieser „Quarze" die Möglichkeit zur Herstellung eines stark sandhaltigen Chamottesteines von geringer bis mittlerer Qualität bei Mitverwendung eines gut feuerfesten, plastischen Bindetones gewährten, gaben die am wenigsten tonhaltigen Quarzschichten nach ihrem ganzen Charakter Gelegenheit zur Herstellung der schon erwähnten Dinassteine, wobei als Bindemittel für den unplastischen Quarz nicht fetter, feuerfester Ton, sondern Kalk verwendet wird; aber auch diese Dinas-

steine konnten bei der mangelhaften Reinheit des Quarzes und der dadurch beeinflussten Höhe der Schmelztemperatur nicht für alle Schichten das Anrecht auf die Bezeichnung „erstklassig“ haben.

Schon hier haben wir für die Verwendung der sogenannten Quarze zwei Bedingungen aufstellen müssen, die unter Umständen schwer zu erfüllen sind:

1. Ist ein feuerfester, fetter Ton billig zu beschaffen, vielleicht im Lager gar vorhanden, um die Verwendung der stark tonhaltigen Quarzschichten als rationell erscheinen zu lassen, soweit deren Mitgewinnung beim Abbau des Lagers nicht zu umgehen ist, dann aber
2. lassen sich diese Quarzschichten so bei der Gewinnung auseinanderhalten, dass man die reinen Partieen für die Herstellung der Dinassteine dauernd gleichmässig fördern kann.

Es würde über den Rahmen dieser Besprechung hinausgehen, diese Einzelheiten hier alle zu berücksichtigen und doch war es nicht zu umgehen, sie kurz anzudeuten und zu zeigen, wie weit die Vorerwägungen sich zu erstrecken haben, bevor man über die Aufnahme bestimmter Fabrikationszweige sich schlüssig wird.

Die erste Frage betreffend Beschaffung des feuerfesten, fetten Bindetones mag hier durch die Annahme beantwortet werden, dass dieser Ton, wenn auch nicht im „Tonlager am Berge“ selbst, so doch in der Nachbarschaft billig zu gewinnen bezl. zu erwerben sei.

Auf die zweite Frage betreffs Auseinanderhalten verschiedener Qualitäten der „Quarze“ kommen wir bei Besprechung der Lagerungsverhältnisse wieder zurück.

Es wurde dann weiter ein Ton gefunden, der ein weiss und gelb meliertes Aussehen bei einer recht annehmbaren Plastizität zeigte und die Hoffnung erweckte, einen gut feuerfesten, fetten Ton gefunden zu haben, von dessen Anwesenheit man seit Jahren wissen wollte und den zu suchen eigentlich der Hauptzweck der vorgenommenen, zunächst oberflächlichen Schürfungen gewesen war.

Es mag hier eine kleine Abschweifung mit Bezug auf die letztgesagten Worte folgen.

Es galt, wie gesagt, das ganze Gelände am Berg, ohne dass man sorgfältige genaue Unterlagen in der Hand hatte, schon seit Jahren für ein bedeutendes Lager besonders feuerfester Tone, sodass mit Rücksicht auf den Umstand, dass dieses angebliche Lager Anschluss an eine nach grossen Industriebezirken führende Zweigbahn

finden konnte, die Ausbeutung dieses Lagers von grösstem Interesse für den Betrieb dieser Zweigbahn werden musste, sodass dadurch alle Veranlassung gegeben war, die klarstellenden Arbeiten vorzunehmen.

Durch diese kurzen Worte ist ein Teil der lokalen Verhältnisse also Lage des Werkes zu den Verkehrswegen und Zweckmässigkeit der Verkehrswege nach den Absatzgebieten, schon beantwortet, da wir ja in den günstigen Bedingungen, die sich diesbezüglich boten, die erste Anregung zu den weiteren Arbeiten finden.

Die Untersuchung des weissgelben Materials zeitigte nicht das gewünschte Resultat, indem die Feuerfestigkeit eine wenig beträchtliche war; denn einzelne Proben des Tones hatten ihren Schmelzpunkt kaum oberhalb S. K. 26, also kaum über der untersten Grenze, bei der man die Tone noch als feuerfest bezeichnet, teilweise lag der Schmelzpunkt erheblich unter dieser Grenze.

Obschon an eine ausgiebige Verwendung dieses Tones für die Herstellung feuerfester Steine wenig zu denken war, wurde, wie schon oben bemerkt, diese Frage doch deshalb nicht von Bedeutung, weil der gewünschte Ton billig in allernächster Nähe von anderer Seite zu beziehen war. Dafür zeigte aber das weissgelbe Material Eigenschaften, die es in hervorragendem Masse für andere Zweige der Tonwarenindustrie als geeignet erscheinen liess. Wenn die Plastizität schon von Anfang an als eine annehmbare bezeichnet wurde, die ein Verarbeiten des Tones auf der Strangpresse auch zu sehr dünnwandigen Gegenständen zuliess, so war diese Plastizität doch nicht so ausgeprägt, dass eine besondere Empfindlichkeit des Tones sich durch Verziehen und Reissen der Stücke beim Trocknen äusserte. Das Formen grosser Gegenstände, wie sie vor allen die Steinzeugindustrie gröberer Natur als Kanalisationsröhren kennt und die feinere Steinzeugindustrie als Gefässe und Apparate für die verschiedensten Zwecke der chemischen Industrie konnte ohne Bedenken durchgeführt werden. Voraussetzung muss dabei natürlich bleiben, dass der Ton durch sein sonstiges Verhalten im Feuer auch für diese Zwecke wirklich geeignet war. Mit einem vollständigen Freisein von gröberen schädlichen Trümmern war ein günstiges Verhalten in der angedeuteten Richtung verbunden, d. h. der Ton erlangte bei verhältnismässig niederen Temperaturen, in einzelnen Partieen des Lagers schon bei S. K. 3, in anderen Proben oberhalb S. K. 5 eine für die Zwecke der Steinzeugindustrie genügende Dichte,

ohne dabei seine Form im Feuer zu verlieren, was mit Rücksicht auf die herzustellenden grossen Stücke von Wichtigkeit ist.

Durch die Eigenart dieses gelb und weissen Tones, der im Verein mit den als Quarz bezeichneten Materialien nicht für dieselben Spezialitäten verarbeitet werden konnte, mussten die Erwägungen für die aufzunehmenden Fabrikationszweige in ganz andere Bahnen gedrängt werden.

In bedeutender Menge zeigte sich neben diesen plastischen, wenn auch wenig fetten Steinzeugtonen ein anderer von heller Grundfarbe, in welchem blutrote Teile, eigentümlich scharf abgegrenzt, verteilt waren. Schon bei oberflächlicher Prüfung konnte man erkennen, dass derselbe in Bezug auf seine Plastizität hinter dem als „wenig fetter Steinzeugton" bezeichneten weissgelben zurückstand. Er war schwer auf der Strangpresse zu verarbeiten und gelang es auch bei S. K. 10 noch nicht, eine vollständige Dichte des Probestückes im Feuer herbeizuführen, während schon bei S. K. 20 eine Schmelzung eintrat. Es sind dies sehr ungünstige Umstände, da derartige Eigenschaften einen Ton für sich allein kaum verwendbar erscheinen lassen, es sei denn für die Zwecke der gewöhnlichen Ziegelfabrikation, soweit dieselbe zur Bedürfnisfrage unter den gegebenen lokalen Verhältnissen werden kann und falls sich bei den niederen Brenngraden, welche für die Ziegeleiindustrie in Betracht kommen müssen, ein genügend fester Stein brennen lässt. Der Bedarf an gewöhnlichen Ziegelsteinen war im vorliegenden Falle nur ein geringer am Platze und ein Absatz nach aussen konnte wegen der für diese Erzeugnisse zu hohen Transportkosten nicht in Betracht kommen. Es konnte also dieser Ton weder für gewöhnliche Ziegelsteine, noch für Steinzeug allein Verwendung finden, noch für die Herstellung feuerfester Steine, und es war keine Möglichkeit, ihn mit dem besseren Steinzeugton zu mischen, da dieser eine Kürzung nicht brauchte und durch den Zusatz dieses „sehr mageren Steinzeugtones" in seinem Verhalten nur ungünstig beeinflusst worden wäre. Es musste so dieser sehr magere Ton vollständig ausgeschaltet werden, falls sich nicht ein geeignetes fetteres Zusatzmaterial noch finden würde, um ihn für die Steinzeugindustrie verwendbar zu machen, oder aber vielleicht für feinere Ziegelwaren, wozu seine Feinkörnigkeit und seine schöne lederbraune Brennfarbe Berechtigung geben konnten.

Die Frage schien dadurch beantwortet, dass Proben eines fetten weissen Tones in wesentlich gesteigertem Masse die

günstigen Eigenschaften des als wenig fetter Steinzeugton bezeichneten Materials aufwiesen und deshalb zum Versatz mit dem sehr mageren Steinzeugton als geeignet erschienen, voraussgesetzt, dass die bisher angetroffene schwache Schicht in grösserer Mächtigkeit auftrat.

Diese Frage wird uns später beschäftigen.

In dem weiss und gelb melierten Material, also dem wenig fetten Steinzeugton, fanden sich Schichten eines intensiv braungefärbten Tones von grosser Plastizität vor, der bei einer intensiv roten Brennfarbe als Färbemittel oder färbender Zusatzton recht gut hätte Verwendung finden können, wenn er nicht von gröberen schädlichen Trümmern an kohlensaurem Kalk und Gips so durchsetzt gewesen wäre, dass seine Verwendung auf Schwierigkeiten stossen musste. Es waren indessen von diesem Ton auch nur verhältnismässig schwache Adern bislang gefunden worden.

Bei weitem am mächtigsten trat aber unter den sämtlichen bisher kurz charakterisierten Tonen ein eigentümliches Material von schwachblättriger, man möchte beinahe sagen schiefriger Struktur auf, das in wechselnden Schichten im Lager verschiedene Farbentönungen von hellem Weissgelb nach Grün bis zum intensiven Blaugrün zeigte und in einzelne Partieen die blättrige Struktur fast ganz vermissen liess, dementsprechend auch eine mehr oder minder grosse Festigkeit und Trockenheit im Lager zeigte, was sofort auf wechselnde Mühe bei der maschinellen Verarbeitung schliessen liess.

Dieses Material verhielt sich indessen bei den Versuchen wesentlich günstiger, als man ursprünglich anzunehmen geneigt war. Die Zerkleinerung war verhältnismässig leicht durchzuführen, das Formwasser wurde besser aufgenommen, als man sonst bei schiefrigen Materialien dieser Art glauben konnte, und auf der Strangpresse liess sich noch ein sauberer Strang erzeugen. Gröbere Trümmer waren in unzersetzten Gesteinresten in reichlicher Menge in dem Ton vorhanden, ohne indessen die Verwendbarkeit desselben dadurch wesentlich zu beeinträchtigen, da die Trümmer nach ihrer Menge, ihrer Korngrösse und ihrer Eigenart nicht als schädlich bezeichnet werden konnten. Bei einer Schmelzbarkeit, die schon bei S. K. 16 eintrat, war bei verhältnismässig niederen Temperaturen ein genügendes Dichtbrennen und eine genügende Festigkeit zu beobachten, sodass das Material infolge seiner schönen roten Brennfarbe für die Zwecke der feineren Ziegeleiindustrie als verwendbar zu bezeichnen war.

Wenn wir nach dem Vorstehenden die Frage aufwerfen würden, welche der hier beschriebenen Materialien aus dem Tonlager am Berge als die wichtigsten erscheinen könnten, so sind dies unleugbar: das als weisser, fetter Ton, ferner das als wenig fetter Steinzeugton und endlich das als Schieferton bezeichnete Material, drei Tone, die nach ihren Eigenschaften sich direkt für bestimmte Fabrikate verarbeiten lassen, ohne dass man dabei Zuschläge braucht, deren Beschaffung unter Umständen mit Schwierigkeiten verknüpft sein konnte. Während die Verarbeitung des weniger fetten Steinzeugtones und des Schiefertones sich am einfachsten gestaltet, kommt bei dem weissen, fetten Tone schon die Notwendigkeit in Betracht, denselben mit einem mageren, etwas kürzeren Material zu versetzen, um ihm seine Empfindlichkeit beim Verarbeiten zu nehmen, sodass, wenn dieser weisse, fette Ton in bedeutenden Schichten auftreten würde, einzelne, bequem mit abzubauende Schichten des sehr mageren Steinzeugtones für diesen Zweck nur erwünscht sein könnten. Wenig erfreulich würde sich indessen das Bild gestalten, wenn dieser sehr magere Steinzeugton in mächtigen Schichten in den oberen Partien des Lagers auftritt, während dabei vielleicht der weisse fette Ton in so ungenügender Menge vorhanden sein könnte, dass er bei weitem nicht ausreicht, um den sehr mageren Steinzeugton verarbeitungsfähig zu machen.

Ebensowenig erfreulich würde die Tatsache sein, dass die als Quarz bezeichneten, mehr oder weniger tonhaltigen Vorkommen in so bedeutender Menge in den oberen Schichten auftreten, dass ihre Verarbeitung für die vorn als möglich bezeichneten Spezialitäten nicht gleichen Schritt mit dem Absatz halten könnte, aber andererseits zur Gewinnung der besseren Tone, d. h. des weniger fetten Steinzeugtones und des Schiefertones doch so bedeutende Mengen an „Quarz" gefördert werden müssten, dass die Gewinnung dieser beiden besseren Sorten oder drei besseren Sorten dadurch wesentlich verteuert wird. Wenn wir noch an das als Ocker bezeichnete Material denken, ferner an den Abraum, d. h. diejenigen unbrauchbaren oberen Schichten im Tonlager, die für die Zwecke der Fabrikation überhaupt nicht in Frage kommen, so bilden der Abraum, die Ockerschichten, der sehr magere Steinzeugton und der Quarz, eine Gruppe von Materialien sehr verschiedenen Charakters, die teils gar nicht, teils nur in beschränktem Masse, teils nur unter erschwerenden Bedingungen eine lohnende Verwendung erwarten lassen,

ein besonders ungünstiger Umstand, wenn sie sich in den oberen Schichten des Tonlagers in beträchtlicher Mächtigkeit vorfinden.

Dieser Gruppe steht die Gruppe der wertvollen Tone und zwar des weissen, fetten Tones, des gelbweissen, wenig fetten Steinzeugtones und des Schiefertones gegenüber, von denen die beiden letzteren einen vollständig abgeschlossenen Charakter haben, so dass ihr Vorkommen in bedeutender und gleichbleibender Qualität für einen geregelten Fabrikbetrieb erwünscht sein muss, desgleichen ihre leichte Abbaufähigkeit, während der weisse fette Ton in erhöhtem Masse an Interesse gewinnt, je mehr die Gefahr nahe liegt, dass die weniger wertvollen Schichten beim Abbau der besseren mit gefördert werden müssen.

Wir wollen jetzt an der Hand des „Lageplanes“ und an der Hand der „Schnitte durch das Tonlager am Berge“ die Lagerungsverhältnisse prüfen, um daraus Schlüsse zu ziehen, ob und wie sich ein geregelter und rationeller Abbau erreichen lässt und welche Fabrikationszweige daraufhin begonnen werden können.

Betreffs der Lage dieses Tonvorkommens zu den Verkehrswegen und dem Absatzgebiet wurde bereits gesagt, dass die begleitenden Umstände zu Bedenken keine Veranlassung geben können und es sei hier noch kurz hinzugefügt, dass aus bestimmten Gründen eine Trennung von Tonlager und Fabrikanlage von vornherein ins Auge gefasst werden musste, dass jedoch die Lage beider zu einander zu Schwierigkeiten keine Veranlassung gaben und eine bequeme Verbindung mittels Grubenbahn herbeigeführt werden konnte.

Die ganze Oberflächengestaltung des Geländes, auf dem das Tonlager gefunden wurde, ist nicht als günstig zu bezeichnen, da dasselbe nach Norden und Westen, teilweise sehr schroff, teilweise weniger schroff zu einem Berge anstieg, an dessen Fusse nach allen Richtungen der Abbau des Tonlagers nur so weit in Betracht kommen konnte, als die vorhandenen Verkehrswege, deren Verlegung ausgeschlossen war, dies gestatteten. Besonders unangenehm musste es erscheinen, das im östlichen Teil des Lagers sich von dem Hauptverkehrsweg ein Kommunikationsweg abzweigte, das Lager in einem wichtigen Teil durchschneidend, und dass an diesem Kommunikationsweg eine Anzahl fremder Grundstücke lagen, die zu der Vorerwägung führen mussten, dass vielleicht ihr Ankauf, vor allem also eine rechtzeitige notarielle Sicherstellung nötig war, da eine vollständige Entwertung des westlichen Flügels durch sie herbeigeführt werden konnte.

Wir werden bald sehen, dass diese Vorfragen, deren Beantwortung auch unangenehme Eventualitäten erwarten lässt, eine recht angenehme Erledigung durch die Gestaltung der Lagerungsverhältnisse finden.

Von dem die Westgrenze des Geländes bildenden Verkehrswege ausgehend, wurden eine Anzahl Schächte getäuft, da die bestimmte Absicht vorhanden war, grössere Mengen des Materials für umfangreichere Proben zu gewinnen, und, soweit nicht direkte Verwendung zu solchen Versuchen alsbald stattfand, für später Tonproben aufzubewahren, damit weitere sorgfältige Versuche angestellt werden konnten, bevor die jeweilig in Betracht kommenden Teile des Lagers in Angriff zu nehmen waren. Des ferneren wollte man aber ein möglichst weitgehendes Bild über die Wasserverhältnisse gewinnen, weil der Gedanke wohl berechtigt war, dass vielleicht erhebliche Wassermengen sich am Fusse des Berges ansammeln würden, die dann den Abbau teilweise erschweren, teilweise unmöglich machen konnten.

Der Lageplan, Blatt 1, zeigt uns das Lager, wie es teilweise schon im Abbau begriffen ist, mit verschiedenen Strängen der Grubenbahn. Es sind im westlichen Flügel des Tonfeldes die Schächte No. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 und 8 vorhanden, von denen die Schächte 2 und 7 durch die Schnittlinie a-a verbunden sind, die Schächte 3 und 5 durch die Schnittlinie b-b, die Schächte 6 und 8 durch die Schnittlinie c-c, die Schächte 1, 2, 3 und 4 durch die Schnittliuie d-d, die Schächte 2, 5, 6 und 4 durch die Schnittlinie e-e, die Schächte 7 und 8 durch die Schnittlinie f-f.

Wir wollen diese Schnitte zuerst betrachten. Dieselben sind auf Blatt 2 und Blatt 3 dargestellt, und zwar bei gleichem Längen- und Höhenmassstab, um den natürlichen Verlauf des Geländes erkennen zu lassen.

Am schroffsten steigt das Gelände, von dem die südliche Grenze bildenden Wege aus gerechnet, westlich des Schnittes a-a an, sodass zwischen diesem Wege und dem eigentlichen Berge nur ein verhältnismässig schmales Stück Gelände übrig bleibt, das für den Abbau in Betracht kommen kann, während die Berglehne nicht in Frage kommt, da sie, wie aus den drei Schnitten a, b und c indessen nicht erkenntlich ist, besonders in den oberen Partieen aus einem Sand besteht, der für den geplanten Betrieb nicht verwendbar ist.

Der jenseits des Schnittes a liegende Streifen zwischen dem Südweg und der Berglehne hat ungefähr eine Breite von 70 m. Es liegt daselbst leicht abzudeckender, jedoch nicht durchweg abbaufähiger Ton. Es muss mit Rücksicht auf die schon an anderer Stelle erwähnten Vorschriften der Berufsgenossenschaft für den Tongrubenbetrieb ein Streifen von bestimmter Breite diesseits des Weges gelassen werden, des ferneren ist eine bestimmte Böschung nach der Tongrube innezuhalten, die ein Weichen und Nachrutschen des Materials verhindert und so die nötige Sicherheit für den Weg lässt, wodurch ein Teil des Lagers dem Abbau entzogen wird. Nahezu gleichmässig breiter werdend hat dieses von Osten nach Westen schwach ansteigende Gelände am Fusse des Berges, östlich des Schnittes „c" eine Breite von annähernd 140 m, deren Abbau durch dieselben Rücksichten bezüglich Erhaltung des Weges beeinflusst wird.

Ein Blick auf Blatt 2 und 3 zeigt uns, dass auf diesem Geländestück vor allem die besseren Tonsorten lagern, und zwar der wenig fette Steinzeugton und der Schieferton, während der Quarz, der sehr magere Steinzeugton und der Ocker, teilweise nur in ganz unbedeutenden Schichten auftreten. Auch die Stärke der Abraumdecke, die teils schon durch vorhergehende Arbeiten entfernt ist, zum Teil noch unberührt liegt, kann zu irgendwelchen Bedenken keine Veranlassung geben. In den oberen Schichten unter dem Abraum findet sich fast ausschliesslich der wenig fette Steinzeugton, stellenweise unterlagert von dem weissen, fetten Ton und darunter in so bedeutender Mächtigkeit der Schieferton, dass trotz vereinzelter Teufen von über 25 m das Liegende des Schiefertones nicht erreicht werden konnte.

Nach dieser Gestaltung der Lagerungsverhältnisse können wir annehmen, dass der Schieferton nahezu gleichmässig von dem die Westgrenze des Geländes bildenden Wege nach Osten bis etwa zum westlichen Ausläufer des grossen, fremden Grundstückes verläuft. Dies entspricht eine Längenausdehnung von etwa 400 m, bei einer Breite von etwa 70—140 m, also im Durchschnitt etwa 105 m, sodass eine Fläche von ca. 42000 qm vorhanden ist, auf der im wesentlichen die beiden wichtigen Tone, der wenig fette Steinzeugton und — direkt darunter gelagert — der Schieferton gewonnen werden können, während die anderen Tone einschliesslich allerdings des wertvollen weissen, fetten Tones sehr wenig in Betracht kommen.

Aus den Schnitten „a“, „b“ und „c“ ergiebt sich dabei, dass der wenig fette Steinzeugton von Norden nach Süden, also in der Richtung nach dem die Südgrenze bildenden Wege zwischen der Abraumdecke und dem Schieferton verläuft, und in umgekehrter Richtung, nach der Berglehne zu an Mächtigkeit gewinnt, sodass man leicht bei der Berechnung eine mittlere Mächtigkeit finden kann, die zu recht annähernden Resultaten für die Bestimmung der abbaufähigen Masse führt. Dies wird wesentlich dadurch erleichtert, als plötzliche schroffe Übergänge auch in der Lagerung von Osten nach Westen nicht auftreten und dadurch das Bild auch in dieser Richtung einfach gestalten. Wenn man daher mit Rücksicht auf die bei den Schachten 1, 2, 3, und 4 gefundenen Mächtigkeiten des weissgelben Tones ein annähernd gleichmässiges Wachsen der Mächtigkeit auf der ganzen Fläche von Westen nach Osten annimmt, so ergiebt sich für diesen gelbweiss melierten Ton annähernd eine Gasamtmenge von 125000 cbm die leicht abzubauen sind. Da dieses Material diesseits des Südweges bereits verläuft, so waren dort irgendwelche Ausfälle, infolge berufsgenossenschaftlicher Rücksichten, nicht zu befürchten.

Unter dem gelbweiss melierten Ton und nachdem derselbe verlaufen ist, befindet sich, wie schon gesagt, dann direkt unter dem Abraum das mächtige Schiefertonlager, dass sich mit grösster Wahrscheinlichkeit über die ganze Fläche von 42000 qm hinzieht und fast durchweg in einer Mächtigkeit von 10—13 m abgeteuft wurde, ohne auch nur in einem Schacht den Schieferton durchteuft zu haben.

Nimmt man unter Berücksichtigung der beim Abbau zu erfüllenden Bedingungen die Abbaufläche mit etwa 30000 qm an, bei nur einer Mächtigkeit des Schiefertones von etwa 11 m im Durchschnitt, d. h. soweit sie bis jetzt im Durchschnitt durch die Schächte als vorhanden erwiesen ist, so würden ausserdem auf diesem westlichen Flügel des „Tonlagers am Berge“ rund 330000 cbm abbaufähiger Schieferton verfügbar sein.

Wenn wir diesen Teil des Tonlagers zunächst allein für den aufzunehmenden Fabrikationsbetrieb in Erwägung ziehen, aus Gründen, die durch die Lagerungsverhältnisse im östlichen Teil bedingt werden, so würde der Schwerpunkt der Gestaltung dieses Fabrikationsbetriebes also in der Verwendung der beiden Tonarten des gelbweiss melierten Materials oder, wie er in den Schnitten bezeichnet worden ist, des wenig fetten Steinzeugtones und des darunter liegenden

Schiefertones zu suchen sein. Der wenig fette Steinzeugton würde bei der angenommenen Menge von 125 000 cbm, wenn er allein verarbeitet werden müsste, bei einer jährlichen Produktion von rund 1000 Waggon à 10000 kg auf annähernd zwanzig Jahre ausreichen. Dies würde für eine Produktion von 1000 Waggon jährlich keine hinreichende Sicherheit bieten, die man deshalb ausreichender gestalten müsste, wenn sich dazu die Möglichkeit giebt. Diese Möglichkeit gewährt nun das Vorhandensein des Schiefertones, der bei der angenommenen Menge von 330 000 cbm ebenfalls unter dem Gesichtspunkt, dass man ihn allein verarbeiten würde, bei einer Produktion von 1000 Waggon jährlich auf etwa 50 Jahre ausreichen würde, ohne dass man dabei die tiefer liegenden Massen, die zweifellos noch in ganz bedeutender abbaufähiger Menge vorhanden sind, in Rechnung gezogen hat.

Man würde also bei gleichzeitiger Verarbeitung dieser beiden Tonarten, bei einer jährlichen Produktion von 2000 Waggon à 10000 kg verkaufsfähiger Ware auf etwa 35 Jahre ausreichen, ohne dass man ausserdem den ganzen östlichen Flügel des Tonfeldes dabei zunächst in Rechnung gezogen hat.

Als Fabrikate kommen dabei diejenigen in Betracht, die bei der Besprechung der Eigenschaften dieser beiden Tonsorten bezeichnet wurden, d. h. feinere Ziegelwaren und Steinzeug ev. in geringem Masse feuerfeste Steine vorwiegend quarzigen Charakters, soweit die sehr geringen Mengen vorhandener quarziger Schichten im westlichen Teil des Lagers dazu Anregung bieten, was aber als Notwendigkeit nicht zu betrachten ist.

Wenn wir die Schnitte durch den östlichen Teil des Lagers betrachten, die durch die Schächte 9, 10, 11, 12, 13 und 14 gelegt sind, und zwar so, dass Schnitt g-g die Schächte 9, 12 und 14 verbindet, Schnitt h-h die Schächte 11 und 13, Schnitt i-i die Schächte 9, 10 und 11, Schnitt k-k die Schächte 12 und 13, so sehen wir auf den ersten Blick, dass die Lagerungsverhältnisse sich ganz wesentlich anders gestalten, als dies auf dem westlichen Flügel des Tonfeldes der Fall war. Schon bei Schacht 4 (vergl. Blatt 2) konnten wir sehen, wie sich über dem wenig fetten Steinzeugton von Osten nach Westen eine Schicht des sehr mageren Steinzeugtones schiebt, die, soweit die Schnitte d und e es erkennen lassen, nach Osten an Mächtigkeit zuzunehmen scheint, auch schiebt sich zwischen den wenig fetten Steinzeugton direkt jene Schicht des als Ocker bezeichneten unreinen Materials ein, ebenfalls anscheinend

nach Osten an Mächtigkeit zunehmend. Während allerdings nach Darstellung der Schnitte d und e auch die Mächtigkeit des gelb-weissen, wenig fetten Steinzeugtones eine grössere zu werden scheint, zeigen uns schon die Schächte, 9, 12 und 14, dass diese Annahme eine irrige ist, denn im Bereich dieser Schächte ist das gelb und weiss melierte Material, soweit man es sich als Verlängerung der Schicht im westlichen Flügel denken kann, bereits zwischen Schicht 9 und 12 in den unteren Partien verlaufen, während es von einer starken Decke des sehr mageren Steinzeugtones überlagert ist, über dem sich im Umkreis um Schacht 9 eine Schicht des weissen fetten Tones befindet, aber leider auch in zu geringer Mächtigkeit und Ausdehnung, um für die Gestaltung der ganzen Betriebverhältnisse von besonderer Bedeutung werden zu können.

Aus Schnitt g ersehen wir, dass in der ganzen Richtung von Nordwesten nach Südosten die weniger guten Materialien, d. h. der sehr magere Steinzeugton und die als Quarz bezeichneten Vorkommen in so bedeutender Mächtigkeit eine demgegenüber verhältnismässig schwache Schicht des weniger fetten Steinzeugtones überlagert, dass eine Gewinnung des letzteren niemals lohnend sein kann, wenn nicht gleichzeitig eine rationelle Verarbeitung der anderen Sorten möglich wird und andererseits fällt hier ausserordentlich günstig für die Gestaltung der Betriebsverhältnisse ins Gewicht, dass die Gewinnung des in den unteren Partien liegenden weiss und gelb melierten Tones nicht nötig wird, da derselbe in ausreichender Menge und leicht abbaufähig im westlichen Flügel des Feldes vorhanden ist.

Wenn auch durchweg im Gesamtbereich der Schächte 9—14 die Abraumdecke eine verhältnismässig schwache ist, so sind doch die Lagerungsverhältnisse gegenüber denen des Schnittes g kaum günstiger zu nennen wie die der Schnitte h, i, k klar erkennen lassen, sodass, wie gesagt, ein Abbau dieses ganzen östlichen Flügels nur dann lohnend erscheinen könnte, wenn in nicht zu grosser Entfernung ein reichlich fetter Ton von solchen Eigenschaften billig zu gewinnen wäre, dass er sich zur Vermischung mit dem sahr mageren Steinzeugton eignet, des ferneren aber auch ein genügend fetter, feuerfester Ton, um die quarzigen Schichten mit demselben vermischt zu starken sauren, feuerfesten Steinen verarbeiten zu können. Diese letztere Möglichkeit ist trotz der den östlichen Flügel durchschneidenden vier fremden Grundstücke recht gut geboten, da es sich um eine Massengewinnung dieses quarzhaltigen Materials nie-

mals in dem Masse handeln kann, wie um die Massengewinnung des gelbweissen Steinzeugtones und des Schiefertones und des im westlichen Flügel liegenden sehr mageren Steinzeugtones, falls für dessen Verwendung die Grundbedingung erfüllt ist.

Die Besitzer des Tonfeldes können also dem Vorhandensein dieser vier fremden Grundstücke, falls eine Sicherstellung derselben nicht rechtzeitig möglich war, sehr kühl gegenüberstehen, da deren Erwerb auf länge Jahrzehnte garnicht in Betracht kommt und andererseits die Besitzer dieser fremden Grundstücke nicht die Möglichkeit haben, jemals an eine zweckmässige Ausbeute des Tones zur Herbeiführung von Konkurrenzunternehmen denken zu können, da diese Tonvorkommen auf Grund ihrer Lagerungsverhältnisse und auf Grund der geschilderten Umstände für die Besitzer vollständig wertlos bleiben und erst im Verein mit dem zum Tonlager am Berge gehörigen Geländes unter ganz bestimmten Bedingungen nutzbar werden können.

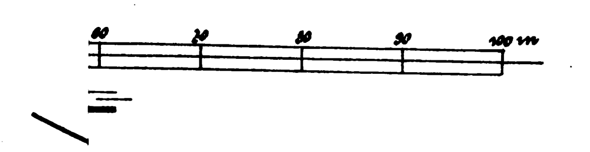
Es ist interessant bei diesen Beispielen zu beobachten, wie eigentümlich der Zufall zuweilen spielt, um der Spekulationslust einen Riegel vorzuschieben.

Druck von O. A. Kaemmerer & Co, Halle a. S.

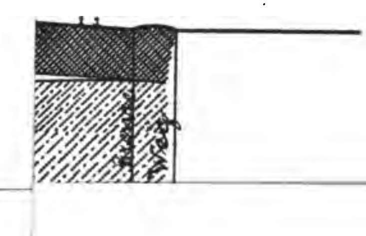


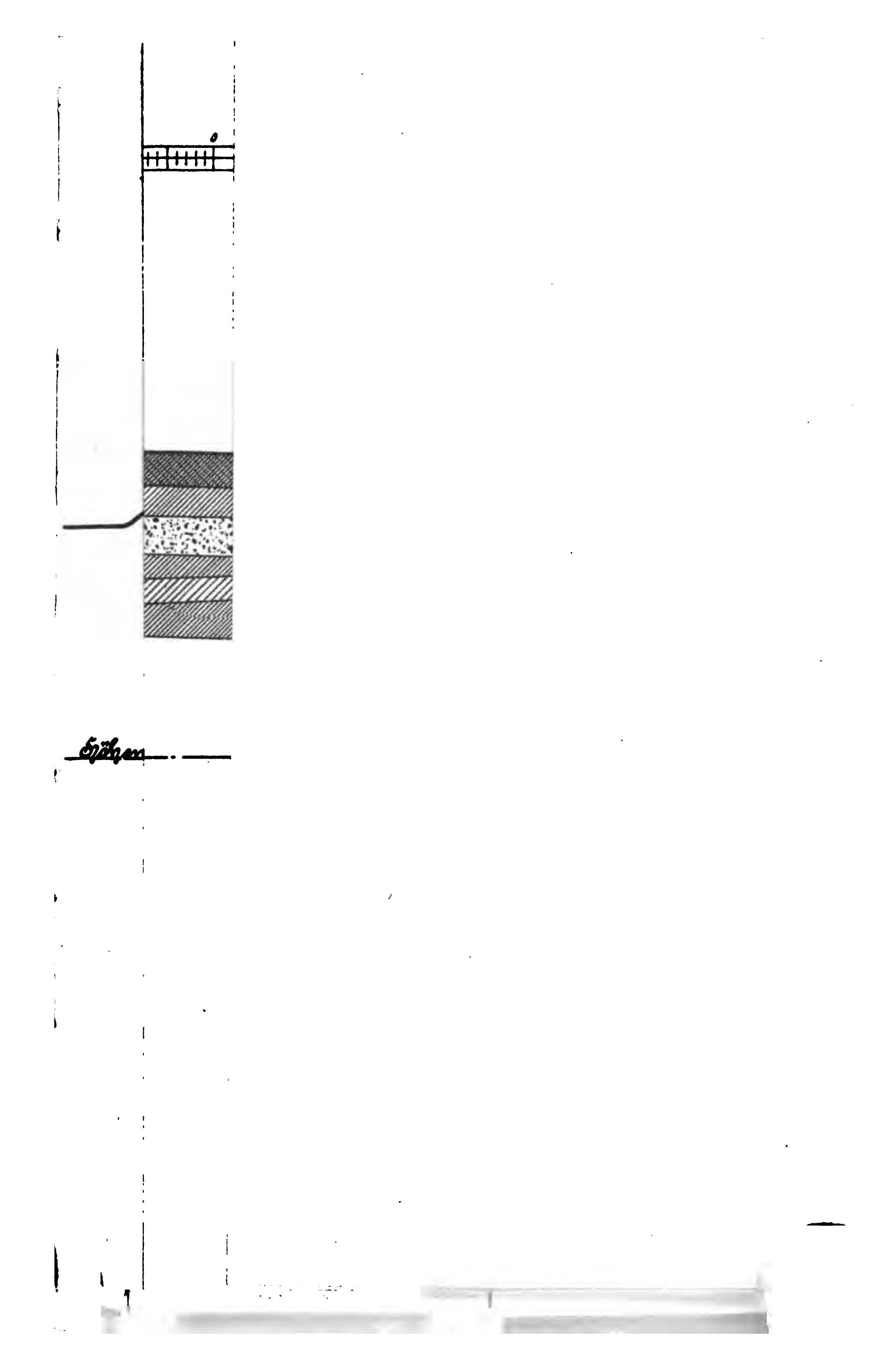
Dipl. Hütteningenieur und Chemiker
Carl Loeser, Halle a. S.
Beratender Ingenieur und Sachverständiger
für
Ziegeleitechnik, Tonwarenindustrie, Kalk-,
Cement-, Gips- und Glasindustrie.
Technisch-chemisches Laboratorium
für die
Ton-, Kalk-, Cement-, Gips- u. Glasindustrie.
Technisches Bureau
für den Bau von
Brennöfen und Trockenanlagen der
vorgenannten Industrien, Projektierung
gesamter Werke.
Langjähr. Spezialerfahrungen; beste Empfehlungen.

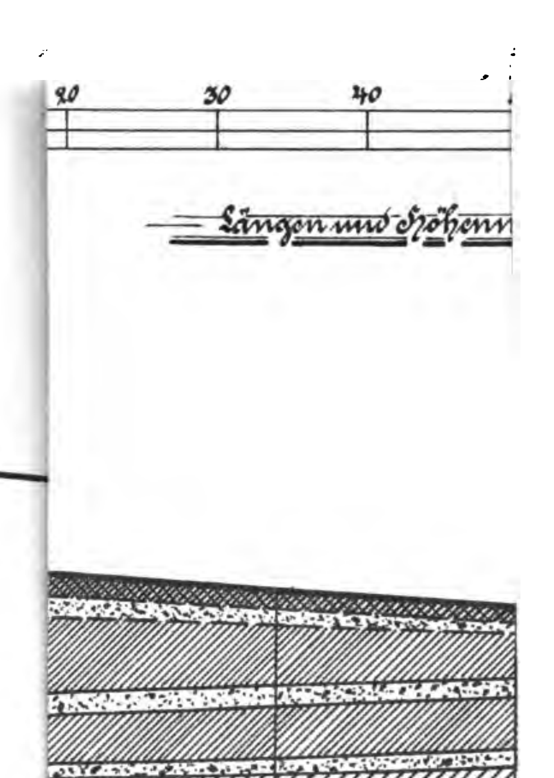
Blatt 1.



10
20
30
90
100 m







Fremdes Grundstück